Projekt

Integrale Evaluierung der Ver- und Entsorgungssysteme

bei Berg- und Schutzhütten

Endbericht



16.09.2010

Vorwort

Von Touristikexperten werden jährlich über 40 Millionen Besucher im Alpenbogen zwischen Monaco bis Triest gezählt. Dort betreiben die im Europäischen Alpenverein CAA (Club Arc Alpin) organisierten Clubs rund 2.000 Hütten zur Versorgung und Beherbergung von Wanderern und Bergsteigern. Von anderen Institutionen und privat stehen weitere ca. 12.000 Hütten, die ebenso überwiegend autark ver- und entsorgt werden müssen, zur Verfügung.

Zum Schutz und Erhalt des Lebensraumes Berge als Refugium für Pflanzen, Tiere und Menschen gilt es, Grenzen für die Entwicklung des Fremdenverkehrs zu erkennen und zu akzeptieren. Der Klimawandel zeigt besonders in den Gebirgsregionen seine Auswirkungen. Nicht nur die steigende Permafrostgrenze, Gletscherschmelze, Steinschläge und die schwindende Stabilität für Hütten und auch Wege, sondern auch die Zunahme von Schäden an diesen Einrichtungen durch Stürme, Hochwasser und Murenabgänge sind die Folgen. Dazu kommen konstant große Probleme mit einer gesicherten Wasserversorgung – einer Grundvoraussetzung für jeden Hüttenbetrieb. Der Klimawandel hat die gesamtheitliche Betrachtung, den Begriff der Nachhaltigkeit und das CO_2-neutrale Verhalten auf alle Ebenen des gesellschaftlichen und politischen Lebens getragen.

Alle, die mit dem Bauen und Erhalten, dem Betreiben und Bewirtschaften der Einrichtungen, Hütten und Wege im Gebirge zu tun haben, aber insbesondere auch die Nutzer, Bergsteiger und jeder Einzelne sind aufgerufen, ihren Teil beizutragen. Grenzen akzeptieren heißt aber mitnichten Rückkehr in die „Steinzeit“ mit

der Kerze im Rucksack,
dem Strohsack im Lager und
dem „Donnerbalken“ hinter der Hütte,

sondern Rückkehr zur Einfachheit. Wege für einen sanften Tourismus im Einklang mit dem sensiblen Ökosystem im alpinen Raum zu finden, ist die Aufgabe. Die alpinen Vereine verfolgen diese Ziele schon seit Jahrzehnten und haben für den umweltfreundlichen Betrieb ihrer Berg- und Schutzhütten mit großer Unterstützung von Sachverständigen und Zuschussgebern beispielhafte Ver- und Entsorgungssysteme entwickelt und umgesetzt. Doch trotz dieser und internationaler

wissenschaftlicher Hilfe haben nicht alle Forschungsprojekte und technischen Anlagen die Erwartungen erfüllt. Auch gesetzeskonforme und normengerechte Systeme genügten oft nicht den Anforderungen eines autarken Betriebes in alpinen Höhen.

Dass aus diesen Erkenntnissen im Kreis aller Beteiligten nach nur kurzer Zeitspanne im Jahr 2006 übereinstimmend das Projekt „IEVEBS“ für 100 ausgewählte Schutzhütten im Alpenbogen beschlossen wurde, zeigt die Bedeutung und die Notwendigkeit, aber auch die enge und gute Kooperation aller an dieser Thematik Involvierten. Wir danken allen Projektpartnern für die fachliche und finanzielle Unterstützung, insbesondere aber dem Hauptgeldgeber, der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) sowie den Projektpartner-Vertretern, der Universität für Bodenkultur Wien und dem mit der Koordination und Leitung des Projekts beauftragten Zivilingenieurbüro Steinbacher+Steinbacher und seinem Team.

Für das Ressort Hütten, Wege, Kletteranlagen im DAV

Peter Weber und Prof. Dr. Heinrich Kreuzinger

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Verfasser Endbericht:

Der Endbericht wurde vom Büro Steinbacher + Steinbacher ZT KG (Projektleitung) in enger Abstimmung mit den Projektpartnern erstellt.

1 Allgemeines

1.1 Einleitung

Berg- und Schutzhütten dienen den Bergsteigern und Bergwanderern als Raststätten und als Unterkünfte für Nächtigungen, sie werden vorwiegend von Alpinen Vereinen betrieben. Die Ver- und Entsorgung solcher Hütten erfolgt überwiegend dezentral. Der Betrieb einer Berg- und Schutzhütte verbraucht zwangsläufig Ressourcen (Wasser, Energie) und erzeugt Emissionen (Abwasser, Abfall). Die Alpinen Vereine sehen ihre Aufgabe des Mitgliederservice immer unter dem Aspekt der möglichst schonenden Nutzung von Natur und Umwelt und verschaffen sich gesellschaftspolitisch immer wieder Gehör, wenn es um Fragen der Ökologie geht. Es ist somit deren erklärtes Ziel, beim Betrieb der Schutzhäuser das sensible, alpine Ökosystem bestmöglich zu schützen.

Die Errichtung und der Betrieb der technischen Anlagen zur Ver- und Entsorgung (Energie- und Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung) der Berg- und Schutzhütten meist in Extremlage stellen für die alpinen Vereine eine große finanzielle wie auch organisatorische Herausforderung dar. Da Schutzhütten überwiegend nicht an ein öffentliches Ver- und Entsorgungsnetz angebunden sind, bedarf es der eingangs beschriebenen, dezentralen Ver- und Entsorgungsanlagen, das Objekt befindet sich somit in einer sogenannten „Insellage“. Ein wesentliches Charakteristikum ist dabei die gegenseitige Wechselwirkung der einzelnen Anlagen zueinander. Die Hütte mit ihren Nutzern und erforderlichen Anlagen muss als Einheit gesehen werden, Einzelmaßnahmen bedürfen immer der integralen, gesamtheitlichen Betrachtung. Neben der Insellage wird der Hüttenbetrieb noch ganz wesentlich durch die Extremlage beeinflusst, welche sich in Form von schwerer Erreichbarkeit, großer Höhenlage und ungünstigen Witterungsbedingungen darstellt.

Die Umsetzung und Einhaltung der zahlreichen Behördenvorschreibungen für den Betrieb einer Schutzhütte erfordern von den alpinen Vereinen als Eigentümer der Hütten und den Hüttenwirtsleuten als die eigentlichen Hüttenbetreiber großen Einsatz und ein gut fundiertes Basiswissen über die technischen Anlagen zur Erfüllung der rechtlichen Auflagen.

In den letzten 15 bis 20 Jahren wurden zahlreiche Projekte der Ver- und Entsorgung auf Berg- und Schutzhütten realisiert. Eine Vielzahl verschiedener Systeme wurde eingesetzt und es wurden so wertvolle Erfahrungen und Erkenntnisse für die Planung und Errichtung, aber auch für den Betrieb und die Wartung von technischen Anlagen auf Berg- und Schutzhütten gewonnen. Alle, die an der Entstehung eines Projekts mitgewirkt haben (Vereine, Planer, Behörden, Hüttenwirte, Firmen), sind Träger dieses Erfahrungsschatzes. In der Vergangenheit wurden Projekte in allen alpinen Regionen, in denen es Schutz- und Berghütten gibt, realisiert, oft auch in unterschiedlicher Form. In spezifischen Fachseminaren und Fachveranstaltungen, wie z.B. dem jährlich wiederkehrenden Hüttensymposium im Zentrum für Umwelt und Kultur Benediktbeuern, getragen von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) oder der seit vielen Jahren stattfindenden Hütteninformationstour des Deutschen Alpenvereins (DAV) findet ein Austausch der gewonnen Erfahrungen statt.

Zahlreiche Projekte der Ver- und Entsorgung bei Berg- und Schutzhütten sind zukünftig noch zu realisieren. Häufig werden schon bestehende Anlagen an den Stand der Technik oder an geänderte Verhältnisse anzupassen sein. Die vorliegende Arbeit über die „Integrale Evaluierung von Ver- und Entsorgungsanlagen bei Berg- und Schutzhütten“ soll den alpinen Vereinen samt ihren Hüttenwirten, Behördenvertretern und Fachplanern neben den bereits vorhandenen Fachpublikationen und Fachveranstaltungen eine Hilfe bei der Bewältigung ihrer Arbeit darstellen.

1.2 Zielsetzung und Nutzen des Projektes

Ziel des Projektes der „Integralen Evaluierung von Ver- und Entsorgungsanlagen bei Berg- und Schutzhütten“ ist es, die bisher gemachten Erfahrungen der im Projekt untersuchten 100 Hütten in sechs Ländern für zukünftige Maßnahmen bei der Ver- und Entsorgung zu nutzen. Dies gilt sowohl im Bereich der „Planung und Errichtung“ wie auch für den Bereich von „Betrieb und Wartung“.

Mit Hilfe der Projektergebnisse, welche im Endbericht und in einer komprimierten Form in den „Leitlinien“ dargestellt sind, soll die Effizienz der Maßnahmen für den Umweltschutz gesteigert und die Wirtschaftlichkeit der Projekte erhöht werden. Es soll damit ein Beitrag für die nachhaltige Entwicklung des sanften Tourismus in einem

sensiblen Ökosystem, wie dem alpinen Lebensraum, geleistet werden. Der Förderung von CO_2-neutralen Energieträgern, der Vermeidung von Wasser gefährdenden Stoffen, der Bereitstellung von hygienisch einwandfreiem Trinkwasser und dessen sparsame Verwendung, der Reinigung des auf der Hütte anfallenden Abwassers und der Behandlung der dabei entstehenden Reststoffe sowie der ordnungsgemäßen Abfallentsorgung soll über den Bereich der Schutzhütte hinaus demonstrativ Vorbildwirkung für alle Objekte in Einzellage zukommen und einen Multiplikatoreffekt bewirken. Durch die integrale Herangehensweise wird die Vernetzung der einzelnen Bereiche der Ver- und Entsorgung untereinander, der Einfluss der Nutzer und des Hüttenbetriebes generell auf das Gesamtsystem Hütte und Hüttenumfeld sichtbar gemacht. Auch dieser Ansatz kann generell für die Lösung von Umweltfragen beispielgebend sein.

Das Projekt „Integrale Evaluierung von Ver- und Entsorgungsanlagen bei Berg- und Schutzhütten“ richtet sich zuallererst an Diejenigen, die derartige Anlagen errichten und betreiben müssen. Diese sind im Falle von Berg- und Schutzhütten von alpinen Vereinen die verantwortlichen Funktionäre derselben (Vorstände, Hüttenwarte), wie auch die Hüttenwirtsleute. Für den Fall, dass sich Alpinobjekte im Besitz anderer Organisationen befinden oder im Eigentum von Privatpersonen (z. B. Berggasthöfe) stehen, gelten die Ergebnisse gleichermaßen. Das Projekt kann generell für alle dezentralen Ver- und Entsorgungsanlagen angewandt werden, wobei aber die jeweiligen örtlichen Bedingungen in Betracht gezogen werden müssen.

Neben dem Anwenderkreis der Investoren sollen die Ergebnisse auch den Fachplanern und den Vertretern von Behörden für ihre Arbeit zur Verfügung stehen.

Der praktische Nutzen des gegenständlichen Projektes besteht für den in der Regel nicht fachkundigen Bauherren darin, dass ihm sehr spezielle Informationen aus einer Vielzahl von durchgeführten Projekten zur Verfügung gestellt werden. Es werden für ihn Empfehlungen ausgearbeitet und die Notwendigkeit der gesamtheitlichen, integralen Herangehensweise bei der Umsetzung von Maßnahmen von Anlagen der Ver- und Entsorgung bei Berg- und Schutzhütten aufgezeigt. Der Vereinsverantwortliche wird so in die Lage versetzt, sich in den Entstehungs- und Entscheidungsprozess bei der Projektrealisierung einzubringen. Der praktische Nutzen für den Betreiber von Anlagen der Ver- und Entsorgung, dies sind die

Hüttenwirtsleute, liegt in der aufbereiteten zur Verfügungstellung der Erfahrungen mit dem Betrieb von Ver- und Entsorgungsanlagen auf 100 untersuchten Berg- und Schutzhütten. Ziel ist dabei, die Lebensdauer der Anlagen zu verlängern und die Kosten für Betrieb, Wartung und Reparatur zu verringern.
Die Errichtung von Ver- und Entsorgungsanlagen bei Berg- und Schutzhütten bedarf in der Regel der Unterstützung durch einen erfahrenen Fachplaner. Auch für diesen soll die Auseinandersetzung mit den Projektergebnissen einen positiven Einfluss auf seine Tätigkeit ausüben.
Vertreter von Behörden haben bei ihrer Tätigkeit im Rahmen von Bewilligungs- und Genehmigungsverfahren einen sehr großen Bereich zu bearbeiten. Die Beurteilung von Anträgen zur Errichtung und zum Betrieb von Ver- und Entsorgungsanlagen bei Berg- und Schutzhütten erfordert auch von ihnen ein hohes Maß an spezifischem Fachwissen. Die Ergebnisse des Projektes bieten vor allem auch für die Sachverständigen der Behörden eine sehr gute Möglichkeit der Fort- und Weiterbildung.

Der Leser soll sich einen Überblick über den Stand der Technik sowie die Vielzahl der möglichen Ver- und Entsorgungssysteme und ihrer Vor- und Nachteile verschaffen können. Bei bereits bestehenden Ver- und Entsorgungsanlagen soll bei Bedarf der Betrieb sowie die Wartung optimiert werden. Dazu werden konkrete Empfehlungen gegeben und Vorlagen für Betriebs- und Wartungsbücher zur Verfügung gestellt. Diese Empfehlungen sind jedoch immer in der Zusammenschau mit den zahlreichen bestehenden gesetzlichen Vorschriften und Behördenvorschreibungen, technischen Richtlinien und Regelwerken (z.B. Normen) und sonstiger Fachpublikationen zu verstehen.

1.3 Projektstruktur – Organisation

Für die Projektbearbeitung wurde nachfolgend dargestellte Struktur gewählt:

Vollversammlung: Gremium, in dem alle Projektpartner vertreten sind:

Die Vollversammlung beschließt die generelle Zielsetzung des Projektes, die Arbeitsmethodik, den Umfang der Erhebungen und genehmigt die 100 zu untersuchenden Hütten. Der Vollversammlung werden die

Zwischenergebnisse präsentiert, sie verabschiedet die endgültigen Projektdokumente.

Projektpartnervertretung: Gremium, in dem ein Teil der Projektpartner vertreten sind:

Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Deutscher Alpenverein (DAV), Österreichischer Alpenverein (ÖAV), Naturfreunde Österreich (NFÖ), Land Tirol, Land Salzburg, Land Bayern.

In der Projektpartnervertretung werden die von der Projektleitung ausgearbeiteten Vorschläge und Entwürfe zu jeder Projektphase beraten und mitgestaltet. Die Projektpartnervertretung erteilt Arbeitsaufträge an die Projektleitung und beschließt die Anberaumung von Vollversammlungen und die dazugehörige Tagesordnung.

Projektträger: Ein Projektpartner, der in formaler, organisatorischer Hinsicht die Projektabwicklung übernimmt:

Projektträger ist der Deutsche Alpenverein. Er tritt als Antragsteller und Empfänger der DBU-Fördergelder auf, ebenso ist er Empfänger der Finanzierungsleistungen aller übrigen Projektpartner. Er beauftragt die Projektleitung und sonstige Fachbüros. Er trägt auch jenen Teil (50 %) für die Kosten der Wissenschaftlichen Begleitung, welcher nicht durch das österreichische Umweltministerium übernommen wird. Der Projektträger erbringt auch gesonderte Eigenleistungen für das Projekt, wie z.B. Korrespondenz mit der Projektleitung und ähnliches.

Projektleitung: Wahrnehmung der operativen Führung im Projekt.

Die Projektleitung wird durch die Steinbacher+Steinbacher KG, Thalgau, durchgeführt. Sie erarbeitet zusammen mit weiteren Fachbüros und in Absprache mit der Wissenschaftlichen Begleitung Vorschläge und Entwürfe zu jeder Projektphase. Diese wird innerhalb der Projektpartnervertretung besprochen, die Projektleitung erarbeitet daraus ein abgestimmtes Dokument.

Die Projektleitung bereitet die Besprechungen innerhalb der Projektpartnervertretung vor, sie präsentiert die Ergebnisse vor der Vollversammlung.

Wissenschaftliche Begleitung: Institution, welche in wissenschaftlicher Hinsicht am Projekt mitarbeitet.

Die Wissenschaftliche Begleitung wird durch die Universität für Bodenkultur Wien erbracht. Sie berät die Vollversammlung und die Projektpartnervertretung und begleitet die Aktivitäten der Projektleitung und sonstiger Fachbüros.

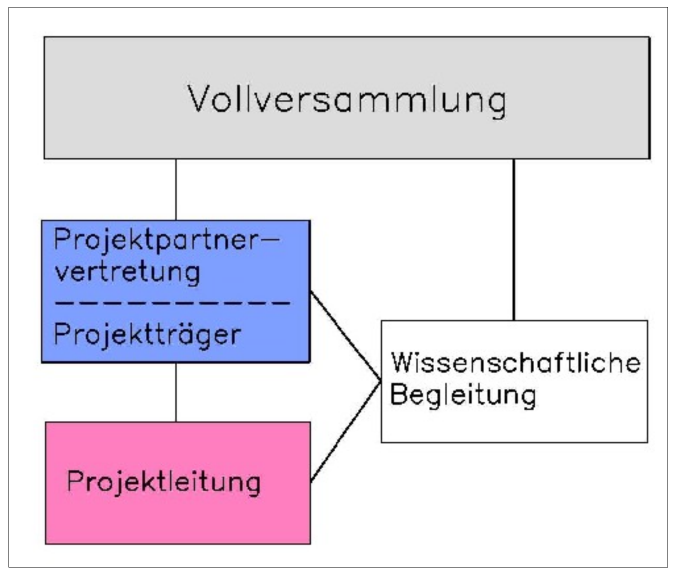


Abbildung 1: Projektstruktur [58]

Die Treffen der Vollversammlung sowie der Projektpartnervertretung sind im Kapitel 10.1 Treffen und Sitzungen der Projektpartner (chronologisch) aufgelistet.

1.4 Projektpartner und Projektfinanzierung

1.4.1 Fördergeber



Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt wurde 1990 gegründet und zählt zu den größten Stiftungen in Europa. Sie fördert innovative, beispielhafte Projekte zum Umweltschutz. Seit der Aufnahme der Stiftungsarbeit im Jahr 1991 hat die Stiftung über 7200 Projekte mit mehr als 1,2 Mrd. Euro unterstützt. Sie fördert Projekte aus den Bereichen Umwelttechnik, Umweltforschung/Naturschutz und Umweltkommunikation. [1] In den letzten Jahren hat die DBU zahlreiche Projekte des Deutschen Alpenvereins im Bereich der Ver- und Entsorgung mitfinanziert.

Adresse:

DBU - Deutsche Bundesstiftung Umwelt
Abteilung 2, Umwelttechnik
Postfach 1705, D-49007 Osnabrück
T: +49/(0)541/9633-230, F: +49/(0)541/9633-190, I: www.dbu.de

Ansprechpartner:

Dr. Wulf Grimm, Abteilungsleiter, E: w.grimm@dbu.de
Dipl.-Ing. Franz-Peter Heidenreich, Referat 23: Kreislaufführung und Bautechnik
E: fp.heidenreich@dbu.de



Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (BMLFUW)

Adresse:

Stubenring 1, A-1012 Wien
T: +43/(0)1/711 00-0, F: +43/(0)1/711 00-2140, I: www.lebensministerium.at

Ansprechpartner:

DI Wolfgang Grieb, Sektion VII Wasser, Abteilung 6 Siedlungswasserwirtschaft, T: +43/(0)1/711 00-7511,
E: wolfgang.grieb@lebensministerium.at

Österreichische Bundesländer:



Land Vorarlberg

Adresse:

Amt der Vorarlberger Landesregierung: Abt. Wasserwirtschaft – Siedlungswasserbau und Gewässeraufsicht, Landhaus, A-6901 Bregenz, T: +43/(0)5574/511-0, I:www.vorarlberg.at

Ansprechpartner:

Gerhard Küng,
Josef-Huter-Straße 35, A-6901 Bregenz, T: +43/(0)5574/511-27468,
E: gerhard.kueng@vorarlberg.at

Land Tirol

Adresse:

Amt der Landesregierung: Abteilung Wasserwirtschaft, Herrengasse 1-3, A-6020 Innsbruck, T: +43/(0)512/508 420 1,
F: +43/(0)512/508 420 5, I: www.tirol.gv.at

Ansprechpartner:

DI Harald Haider
Baubezirksamt Lienz, Iseltaler Straße 1, A-9900 Lienz
T: +43/(0)4852/6633-4900, E: harald.haider@tirol.gv.at

Land Salzburg

Adresse:

Amt der Salzburger Landesregierung, Abteilung 4 Lebensgrundlagen und Energie, Fachabteilung Wasserwirtschaft, Referat Siedlungswasserwirtschaft und wasserbautechnischer Sachverständigendienst, Michael-Pacher-Str. 36, A-5020 Salzburg, T: +43/(0)662/8042-0, I: www.salzburg.gv.at

Ansprechpartner:

Ing. Winfried Kunrath, Förderung Siedlungswasserwirtschaft,
T: +43/(0)662/804 242 64, E: winfried.kunrath@salzburg.gv.at

Land Kärnten

Adresse:

Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 15 – Umweltschutz und Technik, Flatschacher Str. 70, A-9020 Klagenfurt, T: +43/(0)50/536 318 02, I: www.ktn.gv.at,

Ansprechpartner:

Dr. Erich Polzer, T: +43/(0)50/536 315 41 E: erich.polzer@ktn.gv.at und

Dipl.-Ing. Bernhard Hummitzsch, beide Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 18 Wasserwirtschaft, T: +43/(0)50/536-31802, E: post.abt18@ktn.gv.at



Land Oberösterreich

Adresse:

Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Oberflächengewässerwirtschaft, Kärntnerstraße 10-12, A-4021 Linz, T: +43/(0)732/7720-12424, I: www.ooe.gv.at

Ansprechpartner:

Ing. Manfred Mahringer, T: +43/(0)732/7720-12884, E: manfred.mahringer@ooe.gv.at



Land Steiermark

Adresse:

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft und Abfallwirtschaft, FA 19A – Siedlungswasserwirtschaft, Stempfergasse 7, A-8010 Graz, T: +43/(0)316/877-2025, I: www.stmk.gv.at

Ansprechpartner:

OBR DI Manfred Harb, T: +43/(0)316/877-2897, F: +43/(0)316/877-2897

E: manfred.harb@stmk.gv.at

Land Niederösterreich



Adresse:

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abteilung WA4 Siedlungswasserwirtschaft, Landhausplatz 1, A-3109 St. Pölten, T: +43/(0)2742/9005, I: www.noe.gv.at

Ansprechpartner:

Hermann Frühwirth, T: +43/(0)2742/9005-14409, F: +43/(0)2742/9005-13610, E: post.wa4@noel.gv.at



Deutschland:

Freistaat Bayern

Adresse:

Bayerisches Landesamt für Umwelt, Abteilung 6: Wasserbau, Hochwasserschutz, Gewässerschutz, Referat 67 Kommunale und häusliche Abwasserbehandlung

Bürgermeister-Ullrich-Straße 160, D-86179 Augsburg

T: +49/(0)821/9071-0, F: +49/(0)821/9071-5556

Ansprechpartner:

Georg Schwimmbeck

Wasserwirtschaftsamt Weilheim

Pütrichstraße15, D-82362 Weilheim

T: +49/(0)881/1820, F: +49/(0)881/182-162,

E: georg.schwimmbeck@wwa-wm.bayern.de



Italien:

Autonome Provinz Bozen – Südtirol

Adresse:

Landesagentur für Umwelt, Amt für Gewässerschutz, Landhaus 9, Amba-Alagi-Str. 35, I-39100 Bozen

T: +39/0471/411 861, F: +39/0471/411 879, I: www.provinz.bz.it/umweltagentur/

Ansprechpartner:

Ing. Robert Faes, T: +39/0471/411 863, E: robert.faes@provinz.bz.it

1.4.2 Kofinanzierung

Alpine Vereine



Deutscher Alpenverein (DAV) als Projektträger

Der Deutsche Alpenverein ist mit ca. 815.000 Mitgliedern der größte Bergsportverband der Welt und einer der großen Sport- und Naturschutzverbände Deutschlands. Er besteht derzeit aus 354 rechtlich selbstständigen Sektionen, die gemeinsam den DAV-Hauptverein bilden und 332 Hütten betreiben. [2]

<u>Adresse:</u>
Deutscher Alpenverein e.V.
Ressort Hütten-Wege-Kletteranlagen
Von-Kahr-Str. 2-4, D-80997 München
T: +49/(0)89/140 03-0, F: +49/(0)89/140 03-17, I: www.alpenverein.de
<u>Ansprechpartner:</u>
Dipl. Ing. Peter Weber, E: peter.weber@alpenverein.de
Dipl. Ing. Robert Kolbitsch, E: robert.kolbitsch@alpenverein.de



Österreichischer Alpenverein (ÖAV)

Dem Österreichische Alpenverein gehören 197 Sektionen mit insgesamt 360.000 Mitgliedern an. Vom ÖAV werden ca. 240 Schutzhütten und 25.600 km Wanderwege betreut. Mit 12.000 Schlafstellen und beinahe genauso vielen Gastraumplätzen nimmt der ÖAV den ersten Rang unter den größten Beherbergungsbetrieben Österreichs ein. [3]

<u>Adresse:</u>
Österreichischer Alpenverein
Olympiastraße 37, A-6020 Innsbruck
T: +43/(0)512/595 47, I: www.alpenverein.at
<u>Ansprechpartner:</u>
Dipl.-Ing. Peter Kapelari, Referatsleiter Hütten und Wege
E: peter.kapelari@alpenverein.at



Naturfreunde Österreich (NFÖ)

Die Naturfreunde Österreich sind mit über 150.000 Mitgliedern eine große Freizeit- und Umweltorganisation, die auf eine bereits mehr als 110-jährige Geschichte zurückblicken kann. Die Naturfreunde Österreich besitzen und bewirtschaften 170 Hütten und Häuser und betreuen 20.000 km Wanderwege und Alpinsteige. [4]

Adresse:
Naturfreunde Österreich
Viktoriagasse 6, A-1150 Wien
T: +43/(0)1/892 353 4-0
I: www.naturfreunde.at, E: info@naturfreunde.at
Ansprechpartner:
Ing. Norbert Lindenbauer, Bundeshüttenreferent



Österreichischer Touristenklub (ÖTK)

Der ÖTK, gegründet 1869, ist der zweitälteste und drittgrößte alpine Verein Österreichs. Er umfasst 35 Sektionen in 8 Bundesländern. Der ÖTK besitzt über 50 Schutzhütten sowie 16 Aussichtswarten und betreut ein markiertes Wegenetz von zirka 11.000 km Länge. Er engagiert sich zudem tatkräftig für Umwelt- und Naturschutz. [5]

Adresse:
Österreichischer Touristenklub
Bäckerstraße 16, A-1010 Wien
T: +43/(0)1/512 38 44, E: zentrale@touristenklub.at, I: www.oetk.at
Ansprechpartner:
Ing. Hannes Resch, Klubsekretär - Geschäftsführer



Österreichischer Alpenklub (ÖAK)

1878 gegründet, stellt der Österreichische Alpenklub einen Alpinverein der „Bergsteiger-Elite“ dar, dem derzeit ca. 400 aktive und unterstützende Mitglieder angehören. Er besitzt die Erzherzog-Johann-Hütte am Großglockner, die höchstgelegene (3454 m) Schutzhütte Österreichs und der Ostalpen. [6]

Adresse:

Österreichischer Alpenklub

Getreidemarkt 3, A-1060 Wien

T: +43/(0)1/581 38 58, I: www.erzherzog-johann-huette.at

Ansprechpartner:

Mag. Johannes Bauer, Präsident



Schweizer Alpen-Club (SAC)

Der Schweizer Alpen-Club wurde 1863 gegründet. Die 120.000 Mitglieder sind in eigenständigen 112 Sektionen organisiert, die in den Schweizer Alpen 153 Hütten mit rund 9.500 Schlafplätzen betreiben. [7]

Adresse:

Schweizer Alpen-Club (SAC)

Monbijoustraße 61, CH-3000 Bern 23

I: www.sac.cas.ch

T: +41/(0)31/370 18 18

Ansprechpartner:

Architekt FH / SIA Peter Büchel, Fachleiter Hüttenbau, Weiherweg 2, CH-8570 Weinfelden, T: +41/(0)71/622 56 56,

E: p.buechel@datacomm.ch

Ulrich Delang, Bereichsleiter Hütten / Responsable du secteur Cabanes,

E: ulrich.delang@sac-cas.ch



Alpenverein Südtirol (AVS)

Der Alpenverein Südtirol besteht aus 32 Sektionen mit 59 Ortsstellen und 47.700 Mitgliedern. Er unterhält 17 Schutzhütten und über 9.500 km Wanderwege. [8]

Adresse:
Alpenverein Südtirol
Vintlerdurchgang 16, I-39100 Bozen
T: +39/0471/978141, I: www.alpenverein.it
Ansprechpartner:
Ing. Georg Simeoni, Präsident
Etschstr. 5, I-539044 Neumarkt, T: +39/0471/812631
E: georg.simeoni@alpenverein.it



Club Alpino Italiano (CAI)

Der Club Alpino Italiano (CAI) ist die Vereinigung der italienischsprachigen Bergsteigerverbände in Italien mit Hauptsitz in Mailand. Er wurde im Jahr 1863 gegründet, hat heute ca. 300.000 Mitglieder in über 400 Sektionen, 300 Untergruppierungen und verfügt über 700 Schutzhütten und Biwaks in der gesamten Alpenkette und im Apennin. [9]

Adresse:
Club Alpino Italiano
Via Petrella 19, I-20124 Milano
T: +39/(0)2/205 723 1, I: www.cai.it
Ansprechpartner:
Arch. Adriano Zanella, Sektion Sterzing, T: +39/0333/8914478,
E: graphic.service@dnet.it



Slowenischer Alpenverein (PZS)

Der Slowenische Alpenverein (slowenisch: Planinska Zveza Slovenije, PZS) ist mit über 58.000 Mitgliedern die größte und älteste Umweltorganisation Sloweniens, besitzt 158 Schutzhütten und 16 Biwaks und betreut 8.240 km markierte Wanderwege in den slowenischen Teilen der Alpen.

Adresse:
Planinska Zveza Slovenije
Dvoržakova 9, SLO-1001 Ljubljana
T: +386/(0)1/434 56 80, E: planinska-zveza@pzs.si
Ansprechpartner:
Mag. Drago Dretnik, Fuzinarska pot 18a, SLO-2392 Mežica,
T: +386/(0)2/408 526 16, E: drago.dretnik@gmail.com



Tschechischer Touristenklub (KČT)

Die Geschichte des Tschechischen Touristenklubs (tschechisch: Klub Českých Turistů, KČT) reicht bis ins Jahr 1888 zurück. Er besitzt 48 Hütten und zählt heute über 45.000 Mitglieder, von denen ein Viertel Jugendliche sind. Die Markierung touristischer Wanderwege und die regelmäßige Instandhaltung gehören zu den wichtigsten Aktivitäten der Klubmitglieder. [10]

Adresse:
Klub Českých Turistů
Archeologická 2256, CZ-155 00 Praha 5 – Lužiny
T: +420/(0)251/627 356, E: kct@klubturistu.cz, I: www.kct.cz
Ansprechpartner:
Dipl. Ing. Jan Havelka, E: secretariat@era-ewv-ferp.com

1.5 Operative Projektabwicklung

1.5.1 Projektleitung

Die Steinbacher + Steinbacher Ziviltechniker KG ist ein Ingenieurbüro, welches im Umweltbereich tätig ist. Ein Schwerpunkt des Büros ist die Betreuung von Projekten bei Schutzhütten. Die Steinbacher+Steinbacher ZT KG hat mehrere Standorte in Österreich und ist auch im benachbarten Ausland tätig. Das Büro beschäftigt insgesamt ca. 20 Mitarbeiter.



Adresse:

Steinbacher+Steinbacher Ziviltechniker KG
Zivilingenieure für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft
Breitwies 16, A-5303 Thalgau, T: +43/(0)6235/5470, F: +43/(0)6235/5471,
E: salzburg@steinbacher.co.at, I: www.steinbacher.co.at

Ansprechpartner:

Dipl. Ing. Gottfried Steinbacher, E: gottfried@steinbacher.co.at

1.5.2 Projektbearbeitung

Die Projektbearbeitung erfolgte durch folgende Büros und Fachleute in enger Abstimmung mit der Projektpartnervertretung und weiteren externen Experten:

Büro Steinbacher+Steinbacher ZT KG

- Gottfried Steinbacher
- Thomas Niederberger
- Johannes Hubmann
- Martina Ullrich
- Michael Adler

Büro EST

Thomas Böttler

Michael Brünner

Hubert Deubler, freiberufl. Planungsing. für erneuerbare Energien, Berchtesgaden
Martin Scherr, Bergführer und ehemaliger Hüttenwirt
Martin Wagner, Ingenieurbüro Wagner, Marktschellenberg

1.5.3 Wissenschaftliche Begleitung

Die wissenschaftliche Begleitung wurde von der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) wahrgenommen. Folgende Mitarbeiter und Institutionen waren mit dem Projekt befasst:

Tabelle 1: wissenschaftliche Begleitung

Familienname	Vorname	Institution
Aschauer	Christian	Institut für Verfahrens- und Energietechnik (BOKU-IVET)
Lebersorger	Sandra	Institut für Abfallwirtschaft (ABF-BOKU)
Mayr	Ernest	Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz (BOKU-SIG)
Weissenbacher	Norbert	

Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Verfahrens- und Energietechnik (BOKU-IVET), Peter Jordan-Straße 82, A-1190 Wien, T: +43/(0)1/476 54-3531, F: +43/(0)1/476 54-3529, I: www.map.boku.ac.at/ivet.html

Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Abfallwirtschaft (ABF-BOKU), Muthgasse 107, A-1190 Wien, T: +43/(0)1/318 99 00, F: +43/(0)1/318 99 00 350, E: abf@boku.ac.at, I: www.wau.boku.ac.at/abf.html

Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz (BOKU-SIG), Muthgasse 18, A-1190 Wien, T: +43(0)1/360 06-5800, F: +43/(0)1/368 99 49, E: sig-office@boku.ac.at, I: www.wau.boku.ac.at/sig.html

2 Darstellung der Arbeitspakete

Für die Durchführung des Projektes wurden die Arbeiten in einzelne Arbeitspakete (AP) unterteilt. Von den insgesamt 14 Arbeitspaketen waren 11 Pakete im Förderantrag an die DBU enthalten. Während der Erstellung des Detailprogramms bzw. der Erarbeitung der einzelnen, im Projektantrag enthaltenen Arbeitspakete kamen weitere drei Projektschritte (AP6, AP7 und AP8) hinzu. Um die Erkenntnisse der Erheber für die Datenauswertung optimal nutzen zu können, wurde das Arbeitsprogramm um das Arbeitspaket 6 „Zusammenfassende Hüttenbeurteilung" ergänzt. Des weiteren wurde nach der Durchsicht der ersten ausgefüllten Erhebungsbögen deutlich, dass sowohl eine detaillierte Kontrolle als auch Datennachforderungen bei den Hauptvereinen, Sektionen, Förderstellen der Länder bzw. eine Datenvervollständigung notwendig sind. Daraus entstand das Arbeitspaket 7. Ebenso wurde, um die Datenerhebung und -auswertung im Bereich Energie zu optimieren, das Arbeitsprogramm mit dem Arbeitspaket 8 „Energiemessdatenerhebung" ergänzt. Dadurch konnten auch bei sechs Hütten exemplarisch gemessene Leistungsdaten in die Datenauswertung mit einfließen.

2.1 AP1 – Erstellung Arbeitsprogramm

Das Arbeitsprogramm wurde in Zusammenarbeit mit der Projektpartnervertretung erstellt und von der Vollversammlung beschlossen. Behördenvertreter und weitere Fachleute wurden mit eingebunden sowie Ergebnisse und Erfahrungen aus vorangegangenen Projekten berücksichtigt.

2.2 AP2 – Erstellung Erhebungsbogen

Zur gesicherten Erhebung der Bestandsdaten aller ausgewählten Objekte wurde ein Erhebungsbogen erstellt. Der Erhebungsbogen sollte die allgemeinen Rahmenbedingungen des jeweiligen Objektes und die Detailinformationen zu den einzelnen Systemen in praktikabler Weise abbilden können. Um eine bei jeder Erhebung gleichbleibende Datenqualität erreichen und um alle relevanten

Informationen in einem für alle Beteiligten (Hüttenwirte, Sektion, Erheber etc.) akzeptablen Zeitaufwand abfragen zu können, musste dem Erhebungsbogen eine strenge Datenstruktur zugrunde gelegt werden. Es wurde hier auf die Erfahrungen der Universität für Bodenkultur Wien mit bereits mehreren abgewickelten Projekten im Bereich des metrischen Benchmarking zurückgegriffen. Zum einen sollte jeder Fachbereich getrennt voneinander abgefragt werden können. Zum anderen wurden die Informationen in zwei Kategorien unterteilt, den „Kontextinformationen" (= qualitative/beschreibende Informationen) und den „Variablen" (= qantitative/berechenbare Informationen). Diese Aufteilung erleichterte vor allem die spätere Überführung der erhobenen Daten in eine Datenbank und die folgende Auswertung.

2.2.1 Datenstruktur

Aufteilung der Bereiche des Erhebungsbogens in:

- **Stammdaten** (Name des Objektes, Sektion, Hüttenkategorie, ….)
- **Interne Daten** (Datum der Erhebung, Durchführender, Beteiligte bei der Erhebung, ….)
- **Allgemeine Daten** (Bewirtschaftungstage, Nächtigungsgäste (im Mittel / zu Spitzenzeiten), Tagesgäste (im Mittel / zu Spitzenzeiten), etc.)
  getrennt in Kontextinformationen und Variablen
- **Fachbereiche – Wasser, Energie, Abwasser, Abfall**
  immer getrennt in Kontextinformationen und Variablen

2.2.2 Inhalt

Die Zusammenstellung aller relevanten Abfragen, gegliedert in Kontextinformationen und Variablen, erfolgte durch die Fachleute für Energie, Wasser, Abwasser und Abfall und wurden in den Erhebungsbogen eingearbeitet. Der Erhebungsbogen wurde am 15.05.2007 im Rahmen eines Projektpartnertreffens in Salzburg der Projektpartnervertretung vorgestellt, von dieser inhaltlich für gut befunden und freigegeben.

2.2.3 Durchführung von Probeerhebungen 2006

Zur Feststellung der Eignung der erhobenen Daten für die multikriterielle Bewertung der Anlagen wurden vorab Probeerhebungen auf 12 Schutzhütten durchgeführt und die Daten noch im Herbst 2006 ausgewertet. Die Erfahrungen aus den Vorerhebungen flossen somit bereits in die Erstellung des Erhebungsbogen mit ein bzw. wurden dieser entsprechend überarbeitet.

2.2.4 Datenumfang

Der Erhebungsbogen enthält insgesamt 349 Datensätze, die sich folgendermaßen zusammensetzen:

Blätter	Anzahl Sätze
Stammdaten	12
Interne_Daten	13
Allgemein_Kontext	13
Allgemein_Variablen	17
Energie_Kontext	55
Energie_Variablen	51
Wasser_Kontext	35
Wasser_Variablen	14
Abwasser_Kontext	58
Abwasser_Variablen	50
Abfall_Kontext	15
Abfall_Variablen	16
	349

Abbildung 2: Anzahl Datensätze im Erhebungsbogen

Es zeigte sich, dass die Systeme der Energieversorgung und der Abwasserentsorgung mit jeweils über 100 Einzeldatensätzen die umfangreichsten Bereiche der Erhebungen waren.

<u>Hier ein Beispiel einiger Seiten eines leeren Erhebungsbogen:</u>

Alle Variablen wurden entsprechend der in der Abbildung 3 angeführten Systematik codiert.

ERHEBUNGSMAPPE - ÜBERSICHT

Blätter	Untergruppen	CODES	Anzahl Sätze	Beschreibungen	
Stammdaten	keine	**SD**_XX	12	Stammdaten des Objektes (Name, Eigentümer, Ort etc…)	ALLGEMEINE DATEN
Interne_Daten	keine	**ID**_XX	13	Interne Informationen über den Erhebungsablauf (Zeit und	
Allgemein_Kontext	Lage, Infrastruktur, Betrieb	**AL_K**XX	13	Allgemeine Kontextinformationen, die	
Allgemein_Variablen	Lage, Infrastruktur, Betrieb, Kosten	**AL_V**XX	17	Allgemeine Betriebsdaten/Informationen,	
Energie_Kontext	Allgemeines, elektrische Energieversorgung, thermische Energieversorgung, Zufriedenheit	**EV_K**XX	55	Kontextinformationen zu den Systemen der thermischen	SYSTEMDATEN
Energie_Variablen	Allgemeines, Energieversorgung, elektrische Energieversorgung, thermische	**EV_V**XX	51	Betriebsdaten zu den Systemen der thermischen	
Wasser_Kontext	Allgemeines, Wasserbedarf, Wasserversorgung, Wasseraufbreitung,	**WV_K**XX	35	Kontextinformationen zu den Systemen der	
Wasser_Variablen	Allgemeines, Wasserbedarf, Wasserversorgung, Wasseraufbreitung,	**WV_V**XX	14	Betriebsdaten der Systeme der Wassergewinnung,	
Abwasser_Kontext	Allgemeines, Abwasseranfall, Vorreinigung, Hauptreinigung, Nachreinigung,	**AW_K**XX	58	Kontextinformationen zu den Systemen der	
Abwasser_Variablen	Abwasseranfall, Vorreinigung, Hauptreinigung, Nachreinigung,	**AW_V**XX	50	Betriebsdaten der Systeme zur Abwassersammlung,	
Abfall_Kontext	Allgemeines, Abfallvermeidung, Abfallsammlung, Abfallbehandlung,	**AF_K**XX	15	Kontextinformationen zu den Systemen der Abfallsammlung,	
Abfall_Variablen	Abfallsammlung, Abfallentsorgung, Abfallbehandlung, Kosten	**AF_V**XX	16	Betriebsdaten zu Mengen des anfallenden Abfalls, dessen	
			349		

ABWASSER KONTEXTINFORMATIONEN

CODE	KONTEXTINFORMATION	Beschreibung	TYP	WERT	Zuverlässigkeit
AW_K01	SYSTEMBESCHREIBUNG	Allgemeine Kurzbeschreibung	Text		A > 75 %, sicher
AW_K02	ZEITLICHKEIT_ENTWICKLUNG	Beschreibung der zeitlichen Entwicklung der Abwasserreinigungsanlage.	Text		B 75 -50 %, eher sicher
AW_K03	BAUJAHR	Baujahr der biolog. Abwasserreinigungsanlage	Datum		C 50 - 25 %, wenig sicher
AW_K04	SANIERUNG_ERWEITERUNG	Art der durchgeführten Sanierung bzw. Erweiterung	Text		D < 25%, unsicher
AW_K05	SANIERUNGS_ERWEITERUNGS_ZEITPUNKT	Jahr der Sanierung bzw. Erweiterung der	Datum		
AW_K06	BEWILLIGUNGSGRUNDLAGE	Maßgebende Gesetzesgrundlage für die Anlagenbewilligung	Name		
AW_K07	BEWILLIGUNGSZEITPUNKT	Datum, mit dem die wasserrechtliche Bewilligung erfolgt ist	Datum		
AW_K08	BEWILLIGUNGBEHÖRDE	Name der zuständigen Bewilligungsbehörde	Name		
AW_K09	DATUM_ÜBERPRÜFUNG	Datum der letzten wiederkehrenden Überprüfung	Datum		
AW_K10	GESETZLICHE_GRUNDLAGE_ÜBERPRÜFUNG	Gesetzliche Grundlage, auf der die wiederkehrende Überprüfung basiert	Name		
AW_K11	BAU_FUNKTIONSZUSTAND	Verbale Beschreibung des Bau- und Funktionszustandes	Text		
AW_K12	ABWASSERBEHANDLUNG	Welche Abwässer werden vom vorhanden System erfasst?	Bezeichnung		
AW_K13	FREMDWARTUNG_GESAMTE_ANLAGE	Firma	Name		

ABWASSER_VARIABLEN				
CODE	VARIABLE	Beschreibung	EINHEIT	WERT
AW_V01	ELIMINATIONSVORGABEN_CSB_RATE	Vorgeschriebene CSB Elimination Rohabwasser - KA Ablauf	%	
AW_V02	ELIMINATIONSVORGABEN_BSB_RATE	Vorgeschriebene BSB Elimination Rohabwasser - KA Ablauf	%	
AW_V03	ELIMINATIONSVORGABEN_CSB_KONZENTRATION	Vorgeschriebene CSB Konzentration KA Ablauf	mg/L	
AW_V04	ELIMINATIONSVORGABEN_BSB_KONZENTRATION	Vorgeschriebene BSB Konzentration KA Ablauf	mg/L	
AW_V05	ELIMINATIONSVORGABEN_ABSETZBARE_STOFFE	Vorgeschriebene Konzentration absetzbare Stoffe KA Ablauf	ml/L	
AW_V06	BEFRISTUNG_BEWILLIGUNG	Befristungszeitraum der Bewilligung in Jahren	Jahre	
AW_V07	GESAMTABWASSER_MAX	Anfallende Gesamtabwassermenge als Maximum	m3/Tag	
AW_V08	GESAMTABWASSER_MITTEL	Anfallende Gesamtabwassermenge im Mittel	m3/Tag	
AW_V09	ROHABWASSER_CSB_ÜBERPRÜFUNG	CSB Konzentration für den Zulauf zur Vorreinigung (berechnet)	mg/L	
AW_V10	ROHABWASSER_BSB_ÜBERPRÜFUNG	BSB Konzentration für den Zulauf zur Vorreinigung (berechnet)	mg/L	
AW_V11	ROHABWASSER_CSB_EIGENE	CSB Konzentration für den Zulauf zur Vorreinigung (berechnet)	mg/L	
AW_V12	ROHABWASSER_BSB_EIGENE	BSB Konzentration für den Zulauf zur Vorreinigung (berechnet)	mg/L	
AW_V13	FESTSTOFFTRENNSYSTEM_BEMESSUNGSGRÖSSE	Angabe der Bemessungsgröße der Trennanlage Organik(Trockenklo)	EW60	
AW_V14	FESTSTOFFTRENNSYSTEM_FESTSTOFFANFALL	Anfall von Feststoffen aus der Trennung am Ende der Saison	m3/Saison	
AW_V15	FESTSTOFFTRENNSYSTEM_FESTSTOFFKONTAINER	Volumen des Feststoffkontainers für das Feststofftrennsystem	m3	
AW_V16	FETTANFALL	Bei Fettabscheider: Fettanfall pro Jahr	L/Jahr	
AW_V17	VORREINIGUNG_FESTSTOFFE_PRIMÄRSCHLAMM	Feststoff- und Primärschlammanfall in der Vorreinigung pro Jahr	m3/Jahr	
AW_V18	VORREINIGUNG_ENERGIE_VERBRAUCH	Energieverbrauch aller elektr. Aggregate der Vorreinigung	kWh/d	
AW_V19	VORREINIGUNG_WARTUNGSAUFWAND	Angabe des monatlichen Wartungsaufwands für die Vorreinigung	Stunden/Monat	
AW_V20	VORGEREINIGTES_ABWASSER_CSB_EIGENE	CSB Konzentration für den Zulauf zur Hauptreinigung aus der projekteigenen Beprobung	mg/L	
AW_V21	VORGEREINIGTES_ABWASSER_BSB_EIGENE	BSB Konzentration für den Zulauf zur Hauptreinigung aus der projekteigenen Beprobung	mg/L	
AW_V22	VORGEREINIGTES_ABWASSER_CSB_ÜBERPRÜFUNG	CSB Konzentration für den Zulauf zur Hauptreinigung aus der wiederkehrenden Überprüfung	mg/L	
AW_V23	VORGEREINIGTES_ABWASSER_BSB_ÜBERPRÜFUNG	BSB Konzentration für den Zulauf zur Hauptreinigung aus der wiederkehrenden Überprüfung	mg/L	
AW_V24	BEMESSUNG_ORGANISCH	Bemessungsgröße der Hauptreinigungsstufe nach Organik 60g/EW	EW60	
AW_V25	BEMESSUNG_HYDRAULISCH	Bemessungsgröße der Hauptreinigungsstufe nach Hydraulik 150L/EW	EW150	
AW_V26	ÜBERSCHUSSSCHLAMM	Überschussschlammanfall aus der Hauptreinigung	m3/Jahr	

Abbildung 3: Auszüge Erhebungsbogen

Als Ergänzung der im Erhebungsbogen enthaltenen Daten wurden einerseits eine umfassende Fotodokumentation und andererseits eine beschreibende Beurteilung der Systeme durch die durchführenden Erheber erstellt. Um einen Einblick in die Leistungsfähigkeit der Abwasserreinigungsanlagen zu erhalten, wurden im Zuge der Erhebungen Stichproben von Zu- und Ablauf der Abwasserreinigung genommen und

auf die Untersuchungsparameter BSB_5 (Biochemischer Sauerstoffbedarf), CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf), NH_4-N (Ammonium-Stickstoff) und absetzbare Stoffe hin untersucht.

2.3 AP3 – Objektauswahl

Die Ver- und Entsorgungsanlagen von Berg- und Schutzhütten sind in den überwiegenden Fällen Insellösungen mit einer komplexen Interaktion der Bereiche Energie- und Wasserversorgung sowie Abwasser- und Abfallentsorgung. Die Systeme werden oft unter schwierigen örtlichen Rahmenbedingungen betrieben, wobei der Betrieb, die Eigenüberwachung und oft auch die Wartung vom Hüttenwirt durchgeführt werden. Um eine möglichst optimale Objektauswahl im Hinblick auf die spätere Aussagefähigkeit und Anwendbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse zu erhalten, musste sichergestellt werden, dass Hütten mit möglichst unterschiedlichen Rahmenbedingungen (siehe Kapitel unten) in der Auswahl enthalten waren. Zum zweiten musste gewährleistet werden, dass jeweils eine ausreichende Anzahl von Hütten unter gleichen bzw. ähnlichen Rahmenbedingungen in der Auswahl vorhanden waren, um eine vergleichende Betrachtung innerhalb einer Gruppe unter ähnlichen Rahmenbedingungen anstellen zu können.
Dazu wurden vorab die für Schutzhüten maßgeblichen örtlichen Rahmenbedingungen ermittelt und die Objekte dementsprechend unter Beachtung der statistischen Auswertbarkeit ausgewählt. Zur Objektauswahl und zur Datenauswertung wurden die Daten der erhobenen Schutzhütten nach den folgenden örtlichen Rahmenbedingungen gruppiert:

2.3.1 Örtliche Rahmenbedingungen

Insellage:
Im Rahmen des Projektes sollten Ver- und Entsorgungsanlagen auf Berg- und Schutzhütten untersucht werden, welche weitestgehend nicht an öffentliche Ver- und Entsorgungsnetze angeschlossen sind. Hütten mit einem Kanalanschluss wurden nicht in die Untersuchung aufgenommen.

Transportaufwand (Art der Versorgung):

Die Hütten wurden in zwei Gruppen unterteilt: In Hütten, die über einen Fahrweg versorgt werden (="einfache Versorgung") und in solche, die mittels Materialseilbahn oder Hubschrauber versorgt werden müssen (="schwierige Versorgungssituation"). Bei der Neuerrichtung von Anlagen ist die Versorgung mittels Materialseilbahn als schwierig einzustufen, da die Einzelstückgewichte für Baumaterial und -geräte die Traglast der Materialseilbahn in der Regel wesentlich übersteigen.

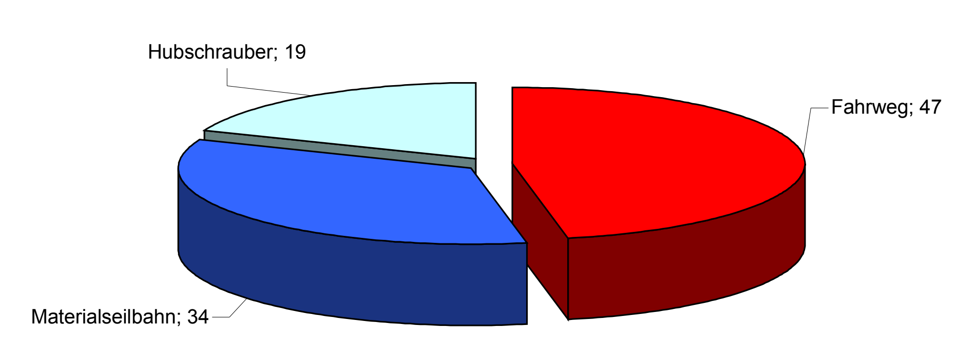


Abbildung 4: Verteilung der Erhebungsobjekte nach Art der Versorgung

Seehöhe:

Die mit der Seehöhe sinkenden Temperaturen, das raue Klima und die in der Regel schwieriger werdenden Umgebungsbedingungen sind bei der Planung und beim Betrieb der Ver- und Entsorgungsanlagen zu berücksichtigen. Bei Motoraggregaten und Blockheizkraftwerken ist ein Leistungsabfall mit zunehmender Seehöhe zu verzeichnen. Im Bereich der Abfallentsorgung ist vor allem die Verlangsamung der Abbauprozesse bei der Kompostierung hervor zu heben. Die Hütten wurden daher in eine Gruppe <= 1800 m (gemäßigte Höhenlage) und eine Gruppe > 1800 m ü. NN (extreme Höhenlage) unterteilt. Auf die Gruppe <= 1800 m ü. NN entfallen 44 Hütten, auf die Gruppe > 1800 m ü. NN entfallen 56 Hütten.

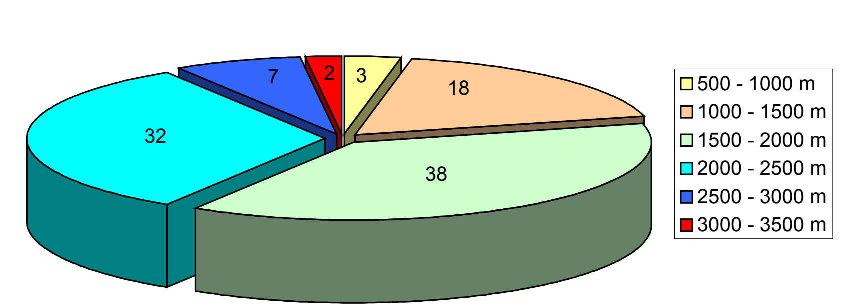


Abbildung 5: Verteilung der Erhebungsobjekte nach Seehöhe

Geologie:

Die geologischen Untergrundverhältnisse sind für die Rohwasserqualität und oft für die Anforderung an die Reinigungsleistung von Kläranlagen maßgebend. In Karstgebieten, in denen die Gefahr einer Beeinträchtigung von unterliegenden Wasservorkommen besteht, wird in der Regel ein höherer Grad der Reinigung behördlich vorgeschrieben gegenüber Hütten z. B. im Urgestein. Kann eine Beeinträchtigung von Schutzgebieten ausgeschlossen werden, so werden die Anforderungen an die Reinigungsleistung nicht durch die Geologie beeinflusst werden. Die Hütten wurden nach ihrer geologischen Lage (Kalk/Urgestein) ausgewählt.

Verteilung der Erhebungsobjekte nach Geologie

Urgestein; 47

Kalk; 53

Abbildung 6: Verteilung der Erhebungsobjekte nach Geologie

Sommer und Winterbetrieb:

Die Hütten wurden in eine Gruppe mit reinem Sommerbetrieb (Gruppe1) und Hütten mit Sommer- und Winterbetrieb (Gruppe 2) unterteilt. Hütten mit reinem Winterbetrieb wurden aufgrund der geringen Anzahl unter den erhobenen Hütten in die Gruppe 2 aufgenommen.

Verteilung der Erhebungsobjekte nach Sommer- / Winterbetrieb

ausschl. Winterbetrieb; 2

Sommer- und Winterbetrieb; 39

Sommerbetrieb; 59

Abbildung 7: Verteilung der Erhebungsobjekte nach Sommer-/Winterbetrieb

Kostenintensive Energieversorgung:

Auf Schutzhütten kann die zu Verfügung stehende Energie sehr unterschiedlich erzeugt bzw. bereitgestellt werden. Manche Hütten verfügen über einen Anschluss an ein öffentliches Stromnetz, manche verfügen über eine Wasserkraftanlage mit hoher Leistung. In diesen Fällen kann die elektrische Energie relativ einfach und mit vergleichsweise geringeren Kosten zur Verfügung gestellt werden. In den meisten Fällen muss jedoch die Energie über eigenständige Anlagen – oft auch in Kombination wie z.B. Motorstromgeneratoren (mit oder ohne Kraftwärmekopplung) mit Photovoltaikanlagen oder Kleinwasserkraftwerken – kostenintensiv erzeugt werden (Inselanlagen). Es wurde eine Gruppe von Hütten, die niedrige Strombezugskosten aufweist, sowie eine Hütte mit hohen Strombezugskosten ausgewählt.

Art der Trinkwasserversorgung

Unterschieden wurde zwischen Objekten, die durch eine Quelle mit Wasser versorgt werden und Objekten, die auf eine Wasserversorgung mittels Oberflächenwassersammlung zurückgreifen müssen. In die Gruppe „Quelle“ wurden auch die auf Berg- und Schutzhütten nur selten zu findenden Brunnen aufgenommen.

Trink- / Nutzwasserversorgung knapp

Unterschieden wurde zwischen Objekten, bei welchen vom Hüttenwirt die Ergiebigkeit der Trink- bzw. Nutzwasserversorgung als hoch (kein Wassermangel in Sommermonaten), ausreichend (Wasserversorgung in Sommermonaten nur mit geringen Beeinträchtigungen gewährleistet) oder nicht ausreichend (Wasserversorgung in Sommermonaten nur mit starken Beeinträchtigungen gewährleistet, evtl. sogar externe Zufuhr notwendig) angegeben wurde.

Geländetopographie (steil / felsiger Untergrund):

Es wurde eine Gruppe von Hütten mit schwierigen topographischen Rahmenbedingungen (steil / felsiger Untergrund) und eine Gruppe mit vergleichsweise einfachen topographischen Rahmenbedingungen ausgewählt.

Rechtliche Vorgaben:

Die rechtlichen Vorgaben wurden insofern berücksichtigt, als dass jede Anlage nur nach der Einhaltung der für sie geltenden behördlichen Vorschriften bewertet wurde.

Bemessungsgröße der Anlagen:

Als Bezugsgröße für alle Ver- und Entsorgungsanlagen wurde der auf Plausibilität überprüfte Bemessungswert der auf der Hütte befindlichen Kläranlage verwendet. Die Einteilung erfolgte in der Regel in den nachfolgenden Gruppen: kleine Anlagen (<=50 EW_{60}); mittelgroße Anlagen (51 – 100 EW_{60}); große Anlagen (101 – 150 EW_{60}); sehr große Anlagen (>150 EW_{60}).

Der genannte EW_{60}-Wert dient in gegenständlichem Projekt auch als Gruppierungsmerkmal für die Hüttengröße und wird in allen vier Auswertungsbereichen verwendet.

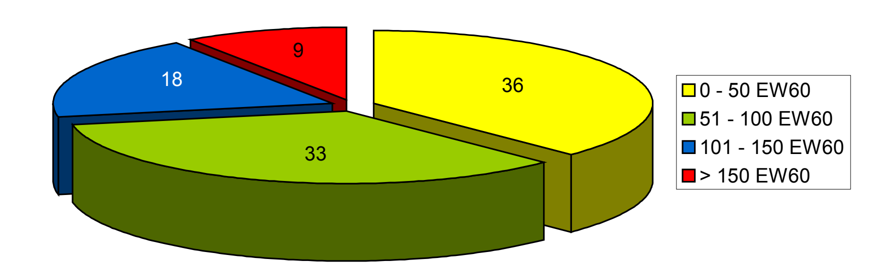


Abbildung 8: Verteilung der Erhebungsobjekte nach Bemessungsgröße der biologischen Abwasserreinigung

Nach diesen Kriterien wurden die Daten zu den zu untersuchenden Systemen erhoben und ausgewertet.

2.3.2 Durchführung der Objektauswahl

Eine differenzierte Auswahl der Objekte stellt eine wichtige Grundlage für die Evaluierung dar. Um eine transparente Vorgangsweise für die Auswahl der 100 Erhebungsobjekte zu gewährleisten, wurden folgende Punkte übergeordnet berücksichtigt:

- Abdeckung der verschiedenen alpinen Lagen
- Abdeckung der unterschiedlichen Systeme
- Verteilung unter den Projektpartnern

Unter alpinen Lagen werden sowohl die Höhenlage als auch die geologische Beschaffenheit (z.B. Unterscheidung von Karst und Kristallin) verstanden. Die Abdeckung der Systeme betrifft die Einbeziehung aller gebräuchlichen Anlagentypen und Kombinationen, um einen repräsentativen Querschnitt über die derzeitige Situation geben zu können.

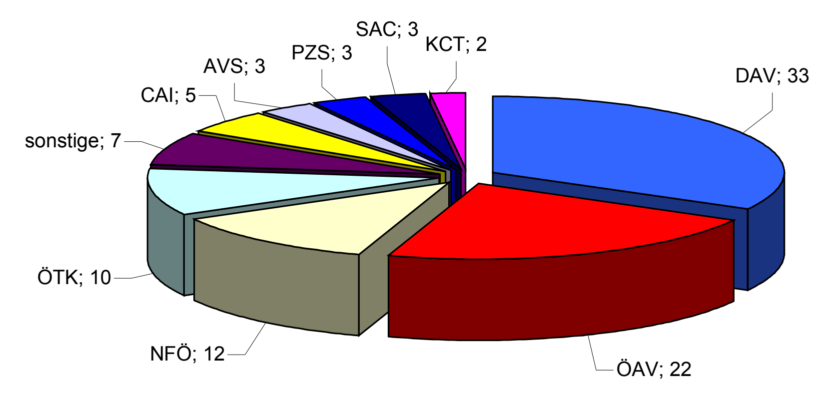


Abbildung 9: Verteilung der Erhebungsobjekte nach alpinen Vereinen

Um alle Projektpartner aktiv in das Projekt einzubinden, sollten Hütten aller Alpinen Vereine mit in die Untersuchung einbezogen werden. Dazu haben die Vereine und Länder Vorschläge abgegeben. So ist eine Rohliste mit 127 Objekten entstanden. Durch Einsicht in bestehendes Datenmaterial der genannten Hütten wurden die Objekte nach den zuvor beschriebenen Kriterien ausgewählt.

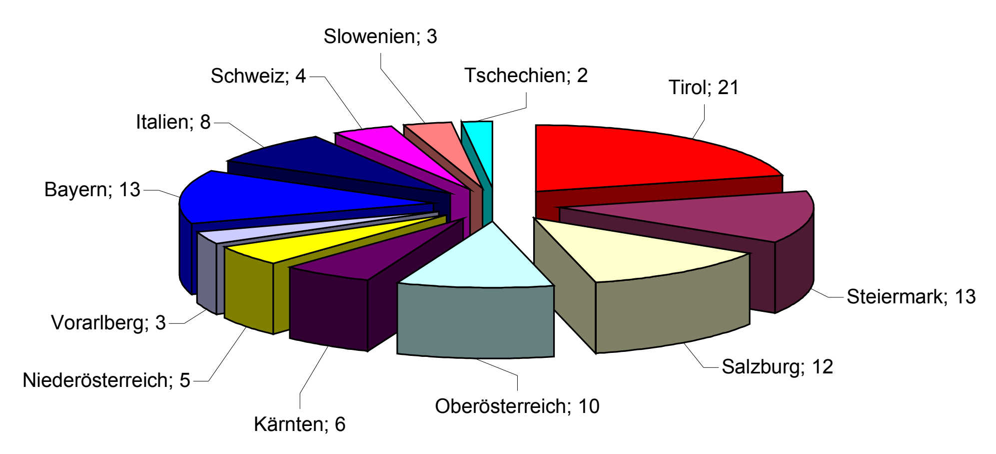


Abbildung 10: Verteilung der Erhebungsobjekte nach Ländern

Die Vorgangsweise bei der Objektauswahl ist in der Abbildung 11 ersichtlich.

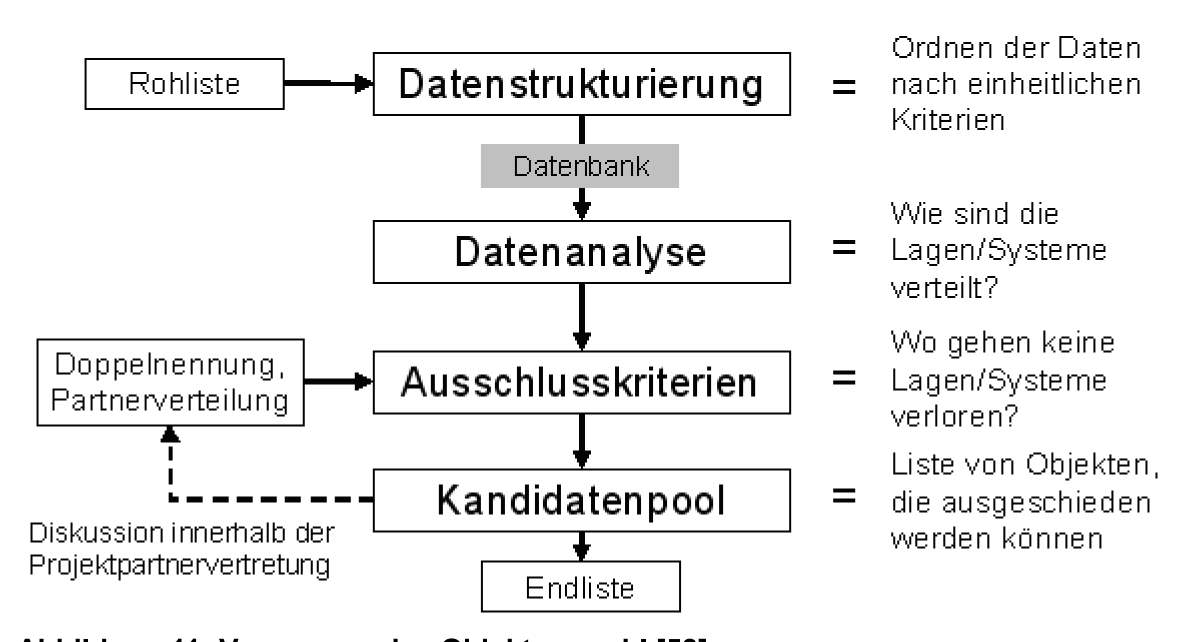


Abbildung 11: Vorgangsweise Objektauswahl [58]

Um eine methodische Vorgangsweise bei der Objektauswahl zu gewährleisten, wurden die Grunddaten der Objekte der Rohliste nach der in Abbildung 12 dargestellten Struktur erhoben und in eine Datenbank übergeführt.

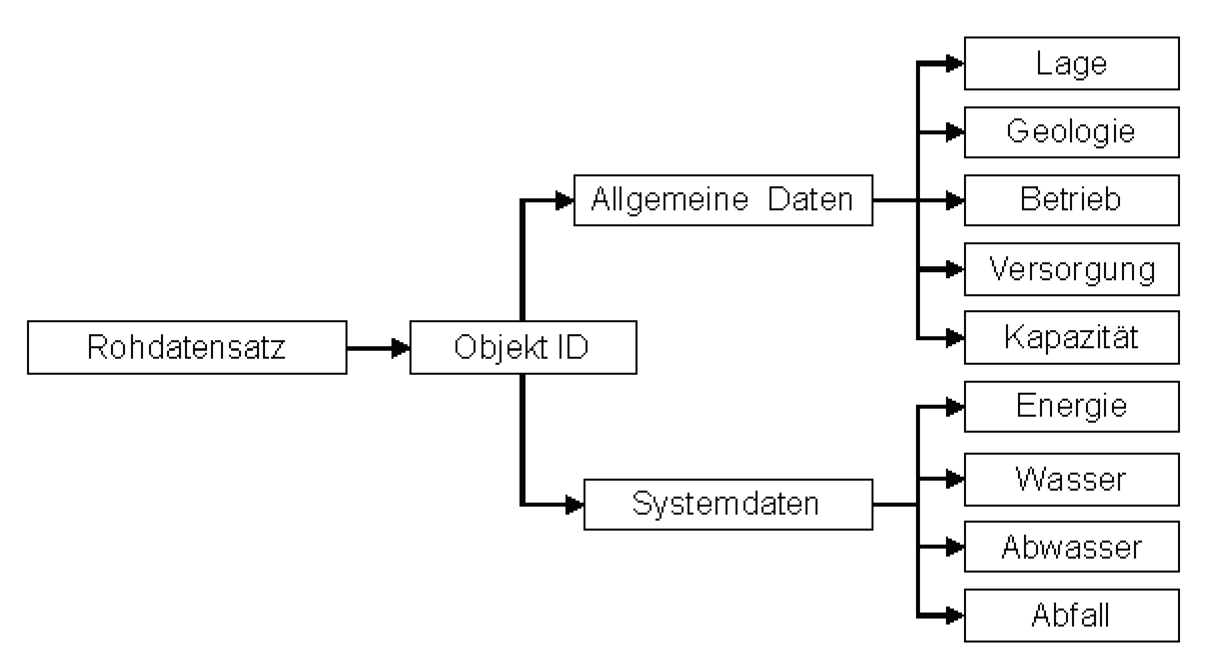


Abbildung 12: Datenstrukturierung der Rohliste als Grundlage für die Datenanalyse [58]

Als weiterer Schritt wurde die in der Abbildung 12 dargestellte übergeordnete Struktur der allgemeinen Daten in eine weitere Ebene untergliedert. Dies ist beispielhaft für die Lage der Objekte und die Versorgung in der Abbildung 13 dargestellt.

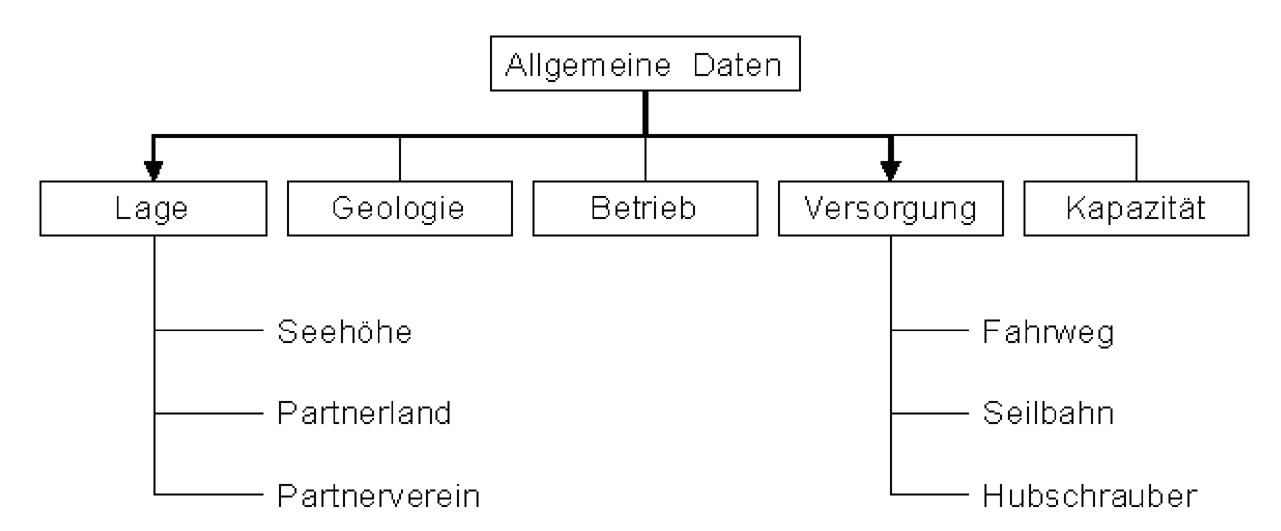


Abbildung 13: Untergliederung der allgemeinen Daten an den Beispielen Lage und Versorgung [58]

Die Untergliederung der Systemdaten ist in der Abbildung 14 anhand der Beispiele Energie und Abwasser dargestellt. Bei der Abwasserentsorgung wurden die verschiedenen biologischen Systeme, aber auch mechanische und teilbiologische Systeme betrachtet.

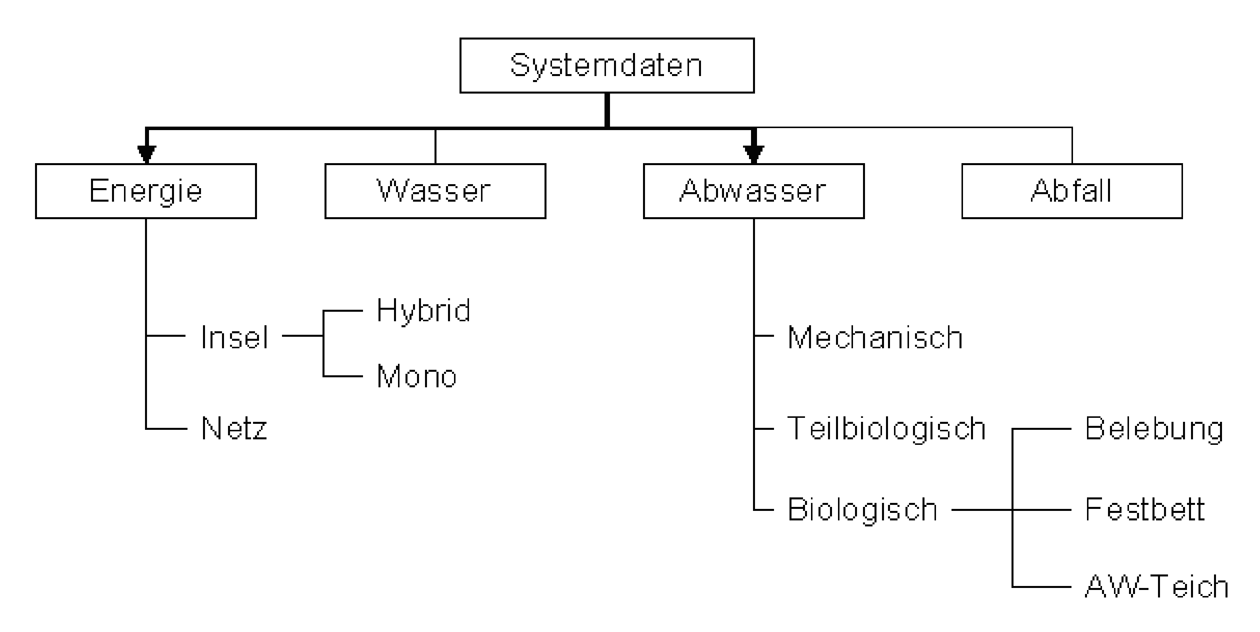


Abbildung 14: Untergliederung der Systemdaten an den Beispielen Energie und Abwasser [58]

Durch Abfragen der Systemdaten mit den allgemeinen Daten der Rohliste wurden die am häufigsten auftretenden Kombinationen als Ausschlusskriterien ermittelt (Datenanalyse) und als Kandidaten für eine Streichung aus dem Erhebungsprogramm vorgeschlagen. Doppelnennungen wurden berücksichtigt und die Rohliste letztendlich um 27 Objekte auf die 100 zu erhebenden Hütten reduziert.

Erhebungsobjekte in alphabetischer Reihung:

Tabelle 2: Liste der 100 erhobenen Objekte

Name	Eigentümer	Staat	Bundesland	Seehöhe m
Adamekhütte	ÖAV, Sektion Austria	A	Oberösterreich	2196
Almageller Hütte	Sektion Niesen des SAC	CH	Wallis	2894
Anna-Schutzhaus	ÖTK, Sektion Dölsach	A	Tirol	1992
Astenschmiede	Österr. Naturschutz Jugend (önj)	A	Salzburg	1240
Berghütte Vyrovka	Zentrale KCT	CZ	Hratezgralove	1360
Bergstation Hohtälli	Bergbahnen Zermatt	CH	Kanton Wallis	3286
Bettelwurfhütte	ÖAV, Sektion Innsbruck	A	Tirol	2077
Brunnsteinhütte	DAV, Sektion Mittenwald	D	Bayern	1560
Defregger Haus	ÖTK, Zentrale Wien	A	Tirol	2963
Dom na Menini planini	Planinsko drustvo Gornji Grad	SLO	SLO	1453
Dom na Peci	Planinsko drustvo Mezica	SLO	SLO	1665
Douglasshütte	ÖAV, Sektion Vorarlberg	A	Vorarlberg	1976
Dreizinnenhütte	CAI, Sektion Padova	I	Südtirol	2405
Duisburger Hütte	DAV, Sektion Duisburg	A	Kärnten	2572
Edelrautehütte	ÖAV-Sektion Austria	A	Steiermark	1725

Name	Eigentümer	Staat	Bundesland	Seehöhe m
Eisenkappeler Hütte	ÖTK, Sektion Südkärnten	A	Kärnten	1555
Feichtaualm-Polzehütte	Private Almhütte	A	Oberösterreich	1360
Feichtauhütte	ÖAV, Sektion Steyr	A	Oberösterreich	1360
Feldnerhütte	ÖAV, Sektion Steinnelke	A	Kärnten	2182
Fraganterhütte	ÖAV, Sektion Klagenfurt	A	Kärnten	1810
Ganzalm	NFÖ, OG Hönigsberg	A	Steiermark	1380
Gaulihütte	SAC, Sektion Bern	CH	Berner Oberland	2205
Gepatschhaus	DAV, Sektion Frankfurt / Main	A	Tirol	1928
Gowilalm	Fam. Rettenbacher, 4582 Spital a. Pyhrn	A	Oberösterreich	1380
Grasleitenhütte	CAI, Sektion Bergamo)	I	Südtirol	2165
Helmut-Erd-Schutzhaus am Zirbitzkogel	ÖTK, Zentrale Wien	A	Steiermark	2376
Hesshütte	ÖAV, Sektion Austria	A	Steiermark	1699
Hochanger	NFÖ, OG Bruck	A	Steiermark	1312
Hochfeilerhütte	AVS, Sektion Sterzing	I	Südtirol	2710
Hochjoch-Hospiz	DAV, Sektion Berlin	A	Tirol	2413
Hofpürglhütte	ÖAV, Sektion Linz	A	Salzburg	1705
Höllentalangerhütte	DAV, Sektion München	D	Bayern	1381
Ingolstädter Haus	DAV, Sektion Ingolstadt	A	Salzburg	2119
J. Hans Prosl-Schutzhaus, Mugl	ÖTK, Sektion Leoben / Niklasdorf	A	Steiermark	1630
Kaiserkogelhütte	ÖTK, Sektion Eschenau	A	NÖ	716
Kärlingerhaus	DAV, Sektion Berchtesgaden	D	Bayern	1631
Karlsbader Hütte	DAV, Sektion Karlsbad	A	Tirol	2260
Kasseler Hütte	CAI, Sektion Roma	I	Südtirol	2274
Kemptner Hütte	DAV, Sektion Kempten	D	Bayern	1846
Klostertaler Umwelthütte	DAV-Hauptverein	A	Vorarlberg	2362
Koca na Blegosu	Planinsko Skofja Loka	SLO	SLO	1391
Konstanzerhütte	DAV, Sektion Konstanz	A	Tirol	1688
Koschutahaus	NFÖ, Landesorg. Kärnten	A	Kärnten	1279
Kührointhütte	Nationalparkverwaltung Berchtesgaden	D	Bayern	1420
Lamsenjochhütte	DAV, Sektion Oberland	A	Tirol	1953
Landawirseehütte	ÖAV, Sektion Lungau	A	Salzburg	1985
Laufener Hütte	DAV, Sektion Laufen	A	Salzburg	1726
Leutkircher Hütte	DAV, Sektion Leutkirch	A	Tirol	2251
Lienzer Hütte	ÖAV, Sektion Lienz	A	Tirol	1977
Martellerhütte	AVS, Sektion Untervintschgau	I	Südtirol	2610
Martin-Busch-Hütte	DAV, Sektion Berlin	A	Tirol	2501
Mindelheimer Hütte	DAV, Sektion Mindelheim	D	Bayern	2014
Mitterhausalm	Aigner KG, 8962 Gröbming	A	Steiermark	1600
Mödlinger Hütte	ÖAV, Sektion Mödling	A	Steiermark	1523
Neue Fürther Hütte	DAV, Sektion Fürth	A	Salzburg	2201
Neue Magdeburger Hütte	DAV, Sektion Geltendorf	A	Tirol	1633
Neue Porzehütte	ÖAV, Sektion Austria	A	Tirol	1942
Neue Traunsteiner Hütte	DAV, Sektion Traunstein	D	Bayern	1560
NF Haus Kolm Saigurn	NFÖ, Landesorg. Wien	A	Salzburg	1598

Name	Eigentümer	Staat	Bundesland	Seehöhe m
Nördlinger Hütte	DAV, Sektion Nördlingen	A	Tirol	2238
Olpererhütte	DAV, Sektion Neumarkt/Oberpfalz	A	Tirol	2389
Osnabrücker Hütte	DAV, Sektion Osnabrück	A	Kärnten	2032
Ottokar-Kernstock-Haus, Rennfeld	ÖAV, Sektion Bruck/M.	A	Steiermark	1619
Payerhütte	CAI, Sektion Milano	I	Südtirol	3029
Pinzgauer Hütte	NFÖ, OG Zell/See	A	Salzburg	1700
Preintalerhütte	Alpine Ges. Preintaler	A	Steiermark	1650
Prinz-Luitpold-Haus	DAV, Sektion Allgäu-Immenstadt	D	Bayern	1846
Rappenseehütte	DAV, Sektion Allgäu-Kempten	D	Bayern	2091
Schiestlhaus	ÖTK, Zentrale Wien	A	Steiermark	2156
Schöpfl - Schutzhaus	ÖTK, Sektion Wienerwald	A	NÖ	870
Schutzhaus Schoberstein	NFÖ, Ortsgruppe Steyr	A	Oberösterreich	1260
Schutzhaus Steyrerhütte-Kasberg	NFÖ, Ortsgruppe Steyr	A	Oberösterreich	1400
Sesvennahütte	AVS, Sektion Mals	I	Südtirol	2256
Sillianerhütte	ÖAV, Sektion Sillian	A	Tirol	2447
Simonyhütte	ÖAV, Sektion Austria	A	Oberösterreich	2203
Starkenburger Hütte	DAV, Sektion Darmstadt Starkenburg	A	Tirol	2237
Statzerhaus	ÖTK, Zentrale Wien	A	Salzburg	2117
Steinplan-Schutzhaus	NFÖ, OG Knittelfeld	A	Steiermark	1670
Stockerhütte	NFÖ, Landesorg. NÖ	A	NÖ	734
Straubinger Haus	DAV, Sektion Straubing	A	Tirol	1551
Totalphütte	ÖAV, Sektion Vorarlberg	A	Vorarlberg	2385
Traisnerhütte	NFÖ, Ortsgruppe Traisen	A	NÖ	1313
Traunsteinhaus	NFÖ, OG Gmunden	A	Oberösterreich	1580
Tutzinger Hütte	DAV, Sektion Tutzing	D	Bayern	1327
Verpeilhütte	DAV, Sektion Frankfurt / Main	A	Tirol	2025
Voisthalerhütte	ÖAV, Sektion Voisthaler	A	Steiermark	1660
v.-Schmidt-Zabierow-Hütte	DAV, Sektion Passau	A	Salzburg	1966
Vosecka Bouda	Zentrale KCT	CZ	Liberez	1260
Waltenberger Haus	DAV, Sektion Allgäu/Immenstadt	D	Bayern	2085
Warnsdorfer Hütte	ÖAV, Sektion Warnsdorf/Krimml	A	Salzburg	2336
Watzmannhaus	DAV, Sektion München	D	Bayern	1930
Weidener Hütte	DAV, Sektion Weiden	A	Tirol	1799
Weilheimer Hütte	DAV, Sektion Weilheim	D	Bayern	1956
Welser Hütte	ÖAV, Sektion Wels	A	Oberösterreich	1815
Wiesberghaus	NFÖ, Landesorg. OÖ	A	Oberösterreich	1884
Wildstrubelhütte	SAC, Sektion Kaiseregg und Wildhorn	CH	Berner Oberland	2793
Wr. Neustädter Hütte	ÖTK, Zentrale Wien	A	Tirol	2209
Ybbstaler Hütte	ÖAV, Sektion Austria	A	NÖ	1343
Zittauer Hütte	ÖAV, Sektion Warnsdorf/Krimml	A	Salzburg	2328
Zufallhütte	CAI, Sektion Milano	I	Südtirol	2264

2.4 AP4 – Erstellung Datenbank

Zur Verwaltung der Daten und zur Durchführung der Auswertungen wurde eine Datenbank erstellt und während der weiteren Projektlaufzeit verwaltet. Die Erhebungsdatenbank war ein ganz wesentliches Instrument sowohl für die Erhebungsarbeit als auch für die spätere Datenauswertung.

2.5 AP5 – Datenerhebung

Um den Zeitaufwand für die Datenerhebung auf der Hütte zu minimieren, wurde im Frühjahr 2007 vorab eine Datenerhebung bei den Sektionen bzw. Hauptvereinen durchgeführt. Hierfür wurden die betreffenden Sektionen bzw. Hauptvereine von einem Mitarbeiter des Büro Steinbacher besucht und alle bei den Sektionen zur Verfügung stehenden Daten in den digitalen Erhebungsbogen eingetragen. Weiters wurden für die Datenauswertung wichtige Unterlagen (z.B.: Technische Berichte, Bescheide etc.) – soweit verfügbar – kopiert.

Im Anschluss an die Datenerhebung im Tal wurde Kontakt mit den Hüttenwirten der ausgewählten Hütten aufgenommen. Durch die Datenerhebung bei den Sektionen hatte das Erhebungsteam bereits teilweise ausgefüllte Erhebungsbogen zur Verfügung und konnte sich dadurch um so intensiver mit den Hüttenwirten und den Anlagen vor Ort auseinandersetzen.

Die Erhebung vor Ort bestand prinzipiell aus drei Teilen. Zum ersten aus einem ausführlichen Gespräch mit dem Hüttenwirt bzw. mit den für die jeweiligen Bereiche verantwortlichen Personen. Des weiteren wurden die zu untersuchenden Systeme detailliert durch den Erheber in den Erhebungsbogen aufgenommen und fotografiert.

Als dritter Teil der Erhebung vor Ort wurden noch Abwasserproben entnommen und ins Labor zur Auswertung gebracht.

Die mit der Erhebung betrauten Projektmitarbeiter wurden zuvor in die Verwendung des Erhebungsbogens eingeschult. Des weiteren fanden im Sommer / Herbst 2007 zwei Treffen der Erheber statt, bei denen Erfahrungen ausgetauscht wurden.

Die Erhebungen wurden hauptsächlich im Sommer und Herbst 2007 durchgeführt, wobei Nacherhebungen in beschränktem Umfang im Frühjahr 2008 erfolgten.

Für die Erhebungen im Tal und auf den Hütten war ein interdisziplinäres Team tätig. Dieses bestand aus Mitarbeitern des Büro Steinbacher sowie aus externen Fachleuten und wurde durch die wissenschaftliche Begleitung unterstützt. Weiters waren vor Ort oft Vertreter der Vereine und Mitarbeiter von Behörden anwesend.

Tabelle 3: Liste der Erheber

Familienname	Vorname	Institution	Hütten
Adler	Michael	Büro Steinbacher	1
Deubler	Hubert	freiberuflicher Planungsingenieur für erneuerbare Energien, Berchtesgaden	13
Hubmann	Johannes	Büro Steinbacher	1
Niederberger	Thomas	Büro Steinbacher	6
Scherr	Martin	Bergführer, ehemaliger Hüttenwirt	45
Steinbacher	Gottfried	Büro Steinbacher	3
Ullrich	Martina	Büro Steinbacher	11
Wagner	Martin	Ingenieurbüro Wagner, Marktschellenberg	20

2.6 AP6 – Zusammenfassende Hüttenbeurteilung

Von Beginn der Erhebungen an wurde versucht, möglichst alle Erfahrungen, die die Erheber bei ihren Begehungen gemacht hatten, für das Projekt verwertbar zu machen. Neben der Datenerfassung im Erhebungsbogen wurden auf den Hütten noch weitere nützliche „Soft-Facts“ erfragt. Diese Informationen beruhten oftmals auf einer subjektiven Wahrnehmung des Erhebers oder auf Äußerungen des Hüttenwirts. Die Erheber hatten die Aufgabe, zu den Daten im Erhebungsbogen eine zusammenfassende, gesamtheitliche Beurteilung zu den auf der Hütte vorhandenen Ver- und Entsorgungsanlagen abzugeben. Diese wurde schriftlich zu den vier Bereichen verfasst. Diese zusammenfassende Hüttenbeurteilung war auch die Grundlage für die eigenständige, **Integrale Betrachtungsweise**. Hierbei wurden die in der zusammenfassenden Hüttenbeurteilung und im Erhebungsbogen angegebenen Probleme ausgewertet und beurteilt.

In Abbildung 15 ist das Formular, das von den Erhebern für die zusammenfassende Hüttenbeurteilung auszufüllen war, dargestellt. Die unter den Unterpunkten angeführten Fragestellungen sollten lediglich als Orientierungshilfe für die Erheber dienen, sie sollten ihre Ausführungen jedoch auf keinen Fall beschränken.

Vorbereitung "Zusammenfassende integrale Hüttenbeurteilung durch Erheber"
Fragestellung
1.0.) Allgemein
1.1.) Hüttenname; ID
1.2.) Erheber: Durchführender, Datum Hütte
1.3.) Integrale Betrachtung Erheber: ● Wie gut sind die vier Bereiche auf einander abgestimmt? (z.B.: reicht der Strom für die Kläranlage?, ist genügend Wasser für WC-Spülung vorhanden?). ● Wie könnte man die Abstimmung der vier Bereiche untereinander optimieren? ● Sind Bereiche besonders gut aufeinander abgestimmt und wenn ja warum? ● Gibt es akuten Handlungsbedarf, die Abstimmung der Anlagen zu optimieren, um die Betriebssicherheit und somit den Hüttenbetrieb zu gewährleisten? (wenn ja, bittte kurze Beschreibung)
1.4.) Bewertung des Gesamtsystems (integrale Betrachtung!) durch den Erheber: (1 = sehr gut; 2 = gut; 3 = befriedigend; 4 = ausreichend; 5 = mangelhaft → z.B.: Note 1, gut abgestimmtes System; Note 5, System inhomogen und fehleranfällig.)

2.0) Bereich Energie
2.1.) Persönliche Beurteilung der Erheber: ● Beurteilung der Betriebssicherheit, Zuverlässigkeit, Fehleranfälligkeit, Bedienungsfreundlichkeit und Effektivität der Anlage. ● Wie ist der erforderliche Wartungsaufwand der Anlage zu beurteilen und wird die Wartung auch in diesem Maße vom Wirt durchgeführt? ● In welchen optischen Zustand befindet sich die Anlage? (Sauberkeit) ● Was hätte man besser machen können? ● Gibt es akuten Handlungsbedarf um die Funktionstüchtigkeit der Anlage zu gewährleisten? ● Gibt es Bedienungsfehler durch den Wirt? ● Ist eine Lärm- bzw. Geruchsbelästigung durch Aggregate wahrnehmbar und wenn , wo? ● Gab es Probleme mit Eis- und Schneelasten auf Paneelen ● Wie ist die Dokumentation der Anlgage auf der Hütte bzw. beim Verein zu berurteilen? (sehr gut / ausreichend / nicht ausreichend) ● Kann bei Ausfällen / Störungen auf eine Notversorgung umgeschaltet werden?
2.2.) Zufriedenheit Betreiber: ● Ist der Wirt bzw. die Sektion mit Anlage zufrieden?
2.3.) Bewertung durch den Erheber: (1 = sehr gut; 2 = gut; 3 = befriedigend; 4 = ausreichend; 5 = mangelhaft)

3.0.) Bereich Wasser
3.1.) Persönliche Beurteilung der Erheber: ● Wie ist die Betriebssicherheit, Zuverlässigkeit, Fehleranfälligkeit, Bedienungsfreundlichkeit und Effektivität der Anlage zu beurteilen? ● Wie ist der erforderliche Wartungsaufwand der Anlage zu beurteilen und wird die Wartung auch in diesem Maße vom Wirt durchgeführt? ● In welchem optischen Zustand befindet sich die Anlage? (Sauberkeit, Hygiene) ● Was hätte man besser machen können? ● Gibt es akuten Handlungsbedarf, um die Funktionstüchtigkeit der Anlage zu gewährleisten? ● Wird die Wasserqualität regelmäßig untersucht? ● Gibt es Bedienungsfehler durch den Wirt? ● Wie ist die Dokumentation der Anlgage auf der Hütte bzw. beim Verein zu berurteilen? (sehr gut / ausreichend / nicht ausreichend)
3.2.) Zufriedenheit Betreiber: ● Ist der Wirt bzw. die Sektion mit Anlage zufrieden?
3.3.) Bewertung durch den Erheber: (1 = sehr gut; 2 = gut; 3 = befriedigend; 4 = ausreichend; 5 = mangelhaft)

4.) Bereich Abwasser
4.1.) Persönliche Beurteilung der Erheber: ● Wie ist die Betriebssicherheit, Zuverlässigkeit, Fehleranfälligkeit, Bedienungsfreundlichkeit und Effektivität der Anlage zu beurteilen? ● Wie ist der erforderliche Wartungsaufwand der Anlage zu beurteilen und wird die Wartung auch in diesem Maße vom Wirt durchgeführt? ● In welchem optischen Zustand befindet sich die Anlage? (Sauberkeit) ● Was hätte man besser machen können? ● Gibt es akuten Handlungsbedarf, um die Funktionstüchtigkeit der Anlage zu gewährleisten? ● Werden der Schlamm bzw. die kompostierten Feststoffe vorschriftsgemäß entsorgt? ● Gibt es Bedienungsfehler durch den Wirt (z.B.: wird VK nicht oft genug geleert, wird d. Rezirkulations-pumpe nicht eingeschaltet um Strom zu sparen, etc.) ● Wie ist die Dokumentation der Anlage auf der Hütte bzw. beim Verein zu berurteilen? (sehr gut / ausreichend / nicht ausreichend)
4.2.) Zufriedenheit Betreiber: ● Ist der Wirt bzw. die Sektion mit Anlage zufrieden?
4.3.) Bewertung durch den Erheber: (1 = sehr gut; 2 = gut; 3 = befriedigend; 4 = ausreichend; 5 = mangelhaft)

5.) Bereich Abfall
5.1.) Persönliche Beurteilung Erheber: ● Gibt es Probleme bzw. Missstände bei Abfallentsorgung (Sammlung, Lagerung, Abtransport)? ● Gibt es Verbesserungsmöglichkeiten? ● Werden die Abfälle vom Hüttenwirt den Vorschriften entsprechend entsorgt? ● Läuft die Abfallsammlung / -entsorgung einfach so mit? (im Sinne dass das, was getan werden muss, erfüllt wird) ● Gibt es Besonderheiten? (z.B: Besonders vorbildliche Sammlung, Lagerung, Vermeidung) ● Wie engagiert ist der Hüttenwirt in Bezug auf die Vermeidung bzw. Optimierung der Sammlung und Entsorgung? (auch im Vergl. zu anderen Hüttenwirten) ● Wie ist die Dokumentation der Abfallentsorgung zu berurteilen? (sehr gut / ausreichend / nicht ausreichend)
5.2.) Zufriedenheit Betreiber: ● Ist der Wirt bzw. die Sektion mit Anlage zufrieden?
5.3.) Bewertung durch den Erheber: (1 = sehr gut; 2 = gut; 3 = befriedigend; 4 = ausreichend; 5 = mangelhaft)

Abbildung 15: Vorlage zusammenfassende Hüttenbeurteilung

2.7 AP7 – Kontrolle der Erhebungsbögen, Datennachforderung bzw. Datenvervollständigung

Die von den Erhebern ausgefüllten Erhebungsbögen und die Fotodokumentationen wurden einer Endkontrolle unterzogen.

Die Kontrolle umfasste im Wesentlichen eine Prüfung der Daten auf Plausibilität, formale Fehler und fehlende Eintragungen. In die Überprüfung wurden auch die von den Erhebern erstellten Fotodokumentationen mit einbezogen.

Dabei stellte sich heraus, dass bei vielen Hütten keine Angaben zu den Investitionskosten der jeweiligen Systeme gemacht werden konnten. Aus diesem Grund wurden die Förderungsstellen der Länder, Bereich Siedlungswasserwirtschaft

gebeten, vorhandene Kostenangaben aus der Endabrechnung der Anlagen zur Verfügung zu stellen. Dadurch konnten die die fehlenden Angaben aus der Erhebung im Bereich der Wasserver- und Abwasserentsorgungsanlagen bestmöglich ergänzt werden.

2.8 AP8 – Energiemessdatenerhebung

Im Sommer 2008 wurden zur Ergänzung der Erhebungsdaten 2007 im Bereich Energieversorgung zusätzlich messtechnische Aufzeichnungen mit Datenloggern auf sechs ausgewählten Hütten über einen längeren Zeitraum exemplarisch durchgeführt. Dabei wurden die Leistungsdaten der Anlagen erfasst. Die Daten wurden mit folgenden Zielen erhoben und ausgewertet:

- Bewertung von modernen, hybriden Energieversorgungsanlagen hinsichtlich ihrer Leistung, Wirtschaftlichkeit, Zuverlässigkeit, Nutzerfreundlichkeit und ökologischer Auswirkungen.
- Bewertung der Bedeutung der Photovoltaik und Wasserkraft als erneuerbare Energien im Vergleich zu Motorgeneratoren
- Kalkulation der Stromgestehungskosten aufgeteilt auf die Einzelkomponenten der Hybridanlagen (PV, KWKW, BHKW, Batterien und Leistungselektronik)
- Empfehlungen für die Neuplanung und Umsetzung von Energieversorgungsanlagen sowie für die Optimierung von existierenden Anlagen werden gegeben.

2.9 AP9 – Datenauswertung

Die Datenauswertung basiert auf der Verarbeitung von einerseits Zahlenwerten (Variablen) und andererseits beschreibender Information (Kontextinformation).
Die Zahlenwerte werden miteinander in Bezug gebracht und als Kennzahlen dargestellt. Um Kennzahlen interpretieren zu können, müssen diese unter vergleichbaren Bedingungen analysiert und verglichen werden. Gruppierungen von Objekten und Systemen bzw. Systemteilen wurden dazu erstellt. Bei Schutzhütten handelt es sich zwar immer um Maßnahmen unter spezifischen Voraussetzungen im Einzelfall, die wichtigsten Rahmenbedingungen wie z.B. Höhenlage, Bewirtschaftung, Transportweg, Anlagengrößen oder Anlagenarten lassen aber brauchbare Gruppierungen für vergleichende Betrachtungen zu. Es wurden für die

Auswertung der Kennzahlen noch zusätzliche Gruppierungen vorgenommen. Alle berechneten Kennzahlen können in der Kennzahlenliste im Anhang nachgelesen werden.

Beschreibende Informationen (Kontextinformationen) können unter gewissen Umständen normalisiert und in einen Zahlenschlüssel überführt werden, um die Ergebnisse mit anderen Objekten vergleichen zu können. Das wurde an mehreren Stellen durchgeführt, vor allem dort, wo es um die verbale subjektive Bewertung durch die Betreiber ging. Kontextinformationen, die nicht normalisierbar waren, wurden auf relevante Inhalte überprüft, die einerseits die erhaltenen Kennzahlen erklären und untermauern und somit die Interpretierbarkeit unterstützen und andererseits Informationen liefern, die nicht zahlenmäßig erhoben werden konnten (Probleme, Lösungsansätze, Hintergründe etc.). Das ist vor allem für die Erfassung von so genannten „Soft-Facts“ wichtig, die z.B. nichttechnische Faktoren wie Motivation, Kommunikation oder Organisation beschreiben.

In diesem Sinne wurde die Datenauswertung auch auf zwei methodischen Säulen aufgebaut, die eine Zusammenführung der technischen Betrachtung der Einzelsysteme und der problem- und lösungsorientierten Betrachtung im Zusammenspiel der Technik mit nichttechnischen Faktoren ermöglichte. Das wurde durch die kennzahlenorientierte Auswertung auf der einen und die integrale Auswertung auf der anderen Seite erreicht. Die Ergebnisse der beiden Datenauswertungen münden in den im gegenständlichen Endbericht bzw. in den „Leitlinien“ enthaltenen Empfehlungen.

Die Zusammenführung der beiden Auswertungsschienen ist in Abbildung 17 dargestellt.

2.9.1 Problembasierte Datenauswertung – Integrale Betrachtung

Die Universität für Bodenkultur übernahm die problembasierte Auswertung. Das Hauptaugenmerk wurde hierbei auf die Betrachtung der **Integralität** aller Systeme auf einer Schutzhütte gelegt.

Durch Auswertung der Kontextinformationen wurden Informationen über Probleme und Lösungsmöglichkeiten, die in ähnlicher Weise bei mehreren Objekten in der Vergangenheit aufgetreten sind, analysiert und den Einflussbereichen zugeordnet. Dieses Verfahren dient dazu, die bei schwierigen Rahmenbedingungen gemachten Erfahrungen darzustellen und daraus die Vermeidung von Fehlern sowie die Nutzung von Lösungsansätzen zu ermöglichen. Es ist besonders dazu geeignet, nicht-technische Aspekte und das Zusammenwirken der Systeme darzustellen. Die integrale Auswertung kann daher als Zusammenführung der Informationen aus den einzelnen Teilbereichen unter der Berücksichtigung vieler nicht-technischer Aspekte gesehen werden. Grundsätzlich wird dabei die Hütteninfrastruktur als individuelles Gesamtsystem betrachtet, bei dem die technischen Systeme in gegenseitiger Abhängigkeit funktionieren und vom Hüttenwirt betrieben werden.
Für die Auswertung wurden fünf Einflussbereiche erstellt, die für den Betrieb einer Schutzhütte von Bedeutung sind und von welchen im allgemeinen sämtliche Anlagenteile beeinflusst werden können. Zur Zusammenfassung der Erfahrungen und Zusammenhänge der integralen Auswertungen wurden folgende erschwerende Rahmenbedingungen für die Zuordnung gewählt:

- **Ressourcen (Wasser und Energie)**
- **Witterung** (Temperaturen und Niederschläge)
- **Bewirtschaftung** (Saisonbetrieb, Gästefrequentierung – differenziert in Tages- und Nächtigungsgäste)
- **Transport** (Erreichbarkeit, Transportaufwand)
- **Allgemeines** (Gesetzliche Vorgaben, Organisation, Ausbildung)

Die Erhebungsbögen wurden nach den von den Betreibern oder Erhebern dokumentierten Problemen ausgewertet und diese in die oben genannten Auswertungsbereiche gruppiert. Dann wurden Lösungsvorschläge erarbeitet, die zum Teil auf den durch die Erhebung ermittelten Positivbeispielen und andererseits auf dem Fachwissen der jeweiligen Bearbeiter der Universität für Bodenkultur Wien beruhen.
Die Empfehlungen aus der problembasierten Datenauswertung sind so aufgebaut, dass sich der Leser aussuchen kann, in welche Einflussbereiche seine Hütte fällt und welche angeführten Probleme auch auf seine Hütte zutrefffen. Die Empfehlungen zu den jeweiligen Problemen werden direkt im Anschluss angeführt.

2.9.2 Kennzahlenorientierte Auswertung

Die kennzahlenorientierte Datenauswertung wurde vom Büro Steinbacher (Bereich Wasser, Abwasser, Abfall) und vom Planungsingenieur Deubler (Bereich Energie) durchgeführt. Die Auswertungsmethode beruht auf den Erkenntnissen der Universität für Bodenkultur aus einer Vielzahl von Benchmarkingprojekten.

2.9.2.1 System- und betriebsabhängige Gruppierungsmerkmale

Um mit den errechneten Kennzahlen Vergleiche der unterschiedlichen Ver- und Entsorgungssysteme anstellen zu können, wurden Gruppierungen vorgenommen. Neben den bei der Objektauswahl bereits beschriebenen örtlichen Gegebenheiten, die natürlich auch zur Datenauswertung herangezogen wurden, erwies es sich im Zuge der Auswertung als sinnvoll, auch system- und betriebsabhängige Gruppierungsmerkmale einzuführen. Während die örtlichen Gegebenheiten gar nicht (z.B. Seehöhe) oder nur mit großem Aufwand (z.B. Art der Versorgung) verändert werden können und damit also „gegeben“ sind, hängen die folgenden Gruppierungsmerkmale hauptsächlich von der getroffenen Systemwahl und dem Betrieb der Anlagen ab. Deshalb sind auch nicht für alle vier Bereiche der Ver- und Entsorgungsanlagen die gleichen Merkmale anwendbar.

Bereich Energieversorgung

- Stromversorgungssystem: Die Unterscheidung der Stromversorgung nach Netz gekoppelten bzw. Inselanlagen ist die Grundlage der Analyse aller Zusammenhänge mit der Ver- und Entsorgung der Hütten. Die Inselanlagen wurden weiter untergliedert nach den verschiedenen Stromerzeugern und der Größe der Hütte, die über den Kennwert EW_{60} gruppiert wurde (vgl. Kapitel 3.2 Bereich Energieversorgung – Planung und Errichtung)
- Ausstattung nach Wärmeverbraucher: Die Unterteilung erfolgte nach dem Vorhandensein folgender Wärmeverbraucher: nur Warmwasser für Küche, zusätzlich Warmwasser für Waschräume Gäste, zusätzlich Duschen, und in Kombination mit nur Einzelheizung und zusätzlich Zentralheizung. Die Kombination verschiedener Wärmeverbraucher hat außer Effekten für die Energieversorgungsanlage auch starken Einfluss auf den Wasserbedarf und die vorhandenen Abwassertemperaturen.

Bereich Wasserversorgung

- Trockentoiletten: Es wird unterschieden, ob Trockentoiletten oder WC's eingesetzt werden, da dies einen einen großen Einfluss auf den Wasserverbrauch hat. Ziel war es, diesen Zusammenhang darzustellen und eventuell Rückschlüsse auf die Dimensionierung anderer Anlagenteile der Wasserversorgung (Speicher, Aufbereitung) zu ziehen.
- Ergiebigkeit der Wasserressource: Die drei Kategorien hier sind: hohe, ausreichende bzw. nicht ausreichende Ergiebigkeit gemäß den Angaben der Hüttenwirte. Dieses Gruppierungsmerkmal steht in engem Zusammenhang mit den Trockentoiletten (siehe oben). Ziel war, zu untersuchen, wie sich die Beziehung zwischen Wasserdargebot und Wasserverbrauch darstellt.
- Wartungsaufwand: Die Angaben der Hüttenwirte zum Wartungsaufwand wurden folgendermaßen gruppiert: 0-1h pro Monat, 1-5h und mehr als 5h pro Monat. Hier sollte, wie auch bei der Fremdwartung (siehe unten), dargestellt werden, welcher Zusammenhang zwischen Wartung, Fremdwartung, Störanfälligkeit und Beurteilung durch den Betreiber gegeben ist.
- Fremdwartung: Es wurde unterschieden, ob eine Fremdwartung durchgeführt wird oder nicht. Siehe auch Wartungsaufwand (siehe oben)

Bereich Abwasserentsorgung

- Wartungsaufwand: siehe oben Bereich Wasserversorgung
- Fremdwartung: siehe oben Bereich Wasserversorgung

Bereich Abfallentsorgung

- Entsorgungsweg: Vier verschiedene Entsorgungswege wurden definiert: nur Abtransport, auch Verbrennung, auch Kompostierung/Verfütterung, auch Kompostierung/Verfütterung und Verbrennung. Ziel der Auswertung war, festzustellen, ob unter schwierigen Bedingungen (z.B. Art der Versorgung) eher auf illegale (Verbrennung und Verfütterung) bzw. örtlich nahe (Kompostierung) Entsorgungswege zurück gegriffen wird.
- Verfügbarkeit Gästeabfallbehälter: Hier wurden drei Kategorien festgelegt: keine Gästeabfallbehälter, nur in WC/Waschraum, Gästeabfallbehälter an mehreren Stellen. Untersucht wurde das Abfallaufkommen sowie die Bereitschaft der Gäste, ihren Müll selbst mit zu nehmen.

- Verhältnis Tages-/Nächtigungsgäste: Folgende vier Kategorien wurden definiert: Verhältnis <1, 1-3, 3-10, >10. Je größer dieses Verhältnis, desto eher haben die Hütten den Charakter von Ausflugsgasthäusern. Untersucht wurde, ob dies einen Einfluss auf Menge und Zusammensetzung des Abfalls hat.

2.9.2.2 Festlegung der zu ermittelnden Kennzahlen

Anhand der zugrunde liegenden Datenbank wurden systematisch alle mit der vorhandenen Datenlage theoretisch möglichen und für die weitere Datenbewertung sinnvollen Kennzahlen ermittelt. Diese wurden für jeden Bereich in Auswertungsmatrizen überführt, in der die maßgebenden Gruppierungen festgelegt wurden. Im Folgenden ist beispielhaft ein Auszug der für den Bereich der Abwasserentsorgung erarbeiteten Gruppierungsmatrix dargestellt.

k_AW72_Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben BSB (ja / nein) wiederkehrende Überprüfung	Typ HR		X			X	
K_AW17 Reinigungsleistung CSB [%] lt. projekteigene Beprobung	Typ HR						X
K_AW18_Reinigungsleistung BSB [%] lt. projekteigene Beprobung	Typ HR						X
K_AW19_Ablaufkonzentration CSB [mg/l] lt. projekteigene Beprobung	Typ HR						X
K_AW20_Ablaufkonzentration BSB [mg/l] lt. projekteigene Beprobung	Typ HR						X
k_AW20a_Ablaufwerte absetzbare Stoffe [ml/l] lt projekteigener Beprobung	Typ HR						X
K_AW21_Einhaltung Reinigungsleistung (Soll-IST) CSB [%] lt. projekteigene Beprobung	Typ HR						X
K_AW22_Einhaltung Reinigungsleistung (Soll-IST) BSB [%] lt. projekteigene Beprobung	Typ HR						X
k_AW22a_Einhaltung Ablaufwerte absetzbare Stoffe [ml/l] lt projekteigener Beprobung	Typ HR						X
K_AW23_Einhaltung Ablaufkonzentration (Soll-IST) CSB [mg/l] lt. projekteigene Beprobung	Typ HR						X
K_AW24_Einhaltung Ablaufkonzentration (Soll-IST) BSB [mg/l] lt. projekteigene Beprobung	Typ HR						X
k_AW70_Einhaltung gesetzliche Anforderungen CSB (ja / nein) lt. projekteigener Beprobung	Typ HR		X			X	
k_AW69_Einhaltung gesetzliche Anforderungen BSB (ja / nein) lt. projekteigener Beprobung	Typ HR		X			X	

Abbildung 16: Gruppierungsmatrix Bereich Abwasserentsorgung

2.9.2.3 Kennzahlenberechnung

Wie bereits oben beschrieben, wurden aus den erhobenen Variablen (Zahlenwerten) Kennzahlen als Grundlage für die Darstellung der einzelnen Systeme berechnet. Kennzahlen können aus mehreren, mindestens jedoch zwei, Variablen berechnet werden. Je größer die Anzahl der einbezogenen Variablen wird, desto höher wird die Wahrscheinlichkeit, dass die Berechnung aufgrund unvollständiger Daten nur für eine beschränkte Anzahl von Objekten möglich ist. In der Tabelle 4 ist die grundsätzliche Vorgangsweise bei der Berechnung von Kennzahlen beispielhaft dargestellt. Hier

wird der gesamte Energieverbrauch, der im Zuge der Wasserversorgung entsteht, auf die Dimensionierungsgröße der Abwasserreinigung bezogen, da diese ein Maß für die Größe und die Auslastung zum Zeitpunkt der Planung der Abwasserentsorgung einer Schutzhütte dargestellt.

Tabelle 4: Berechnungsbeispiel einer Kennzahl [58]

Berechnung	Beschreibung	Einheit	Anzahl vorhandene Werte / Grundgesamtheit [1]
Variable 1	Energieverbrauch der gesamten Wasserversorgung pro Tag	kWh/d	59/100
Operator [2]	/	/	x
Variable 2	Dimensionierungsgröße der Abwasserreinigung in Einwohnerwerten	EW_{60}	100/100
`= Kennzahl	Energieverbrauch der Wasserversorgung bezogen auf die Dimensionierung der Abwasserreinigung	kWh/EW_{60}	59/10

[1] gibt die Anzahl der aus der Erhebung verfügbaren Werte an der theoretisch möglichen maximalen Anzahl an.
[2] Rechenoperationen zwischen den beiden Variablen.

Um den Überblick über die erarbeiteten Kennzahlen zu erleichtern, wurden diese folgenden Teilbereichen zugeordnet:

- Technik
- Betrieb und Wartung
- Kosten
- Umwelt

Eine Liste aller berechneten Kennzahlen ist im Anhang beigefügt. Einige der Berechnungen ergaben kein sinnvoll verwertbares Ergebnis. Der Grund dafür liegt zum einen darin, dass vor allem bei Kennzahlen, die aus mehreren Datensätzen berechnet werden, die nicht alle immer vollständig sind, die Anzahl der berechenbaren Werte eher gering ist. Wird diese Kennzahl noch gruppiert, so bleiben in den Gruppen nicht genug Werte, um statistisch haltbare Aussagen zu treffen. Zum anderen war bei einigen Kennzahlen keine eindeutige Tendenz zu erkennen, obwohl dies vor der Auswertung eigentlich zu erwarten gewesen wäre. Diese Kennzahlen besitzen also keine Aussagekraft und wurden daher nicht in den Endbericht aufgenommen. Im vorliegenden Werk finden sich also nur aussagekräftige, verwertbare Kennzahlen (siehe Kapitel 3 „Ergebnisse der kennzahlenorientierten Datenauswertung" und Kapitel 4 „Ergebnisse aus der Integralen Datenauswertung").

In der erwähnten Kennzahlenliste sind dagegen alle jemals im Zuge des Projekts ermittelten Kennzahlen angeführt.

Die Zusammenführung der beiden Auswertungsschienen ist in Abbildung 17 dargestellt.

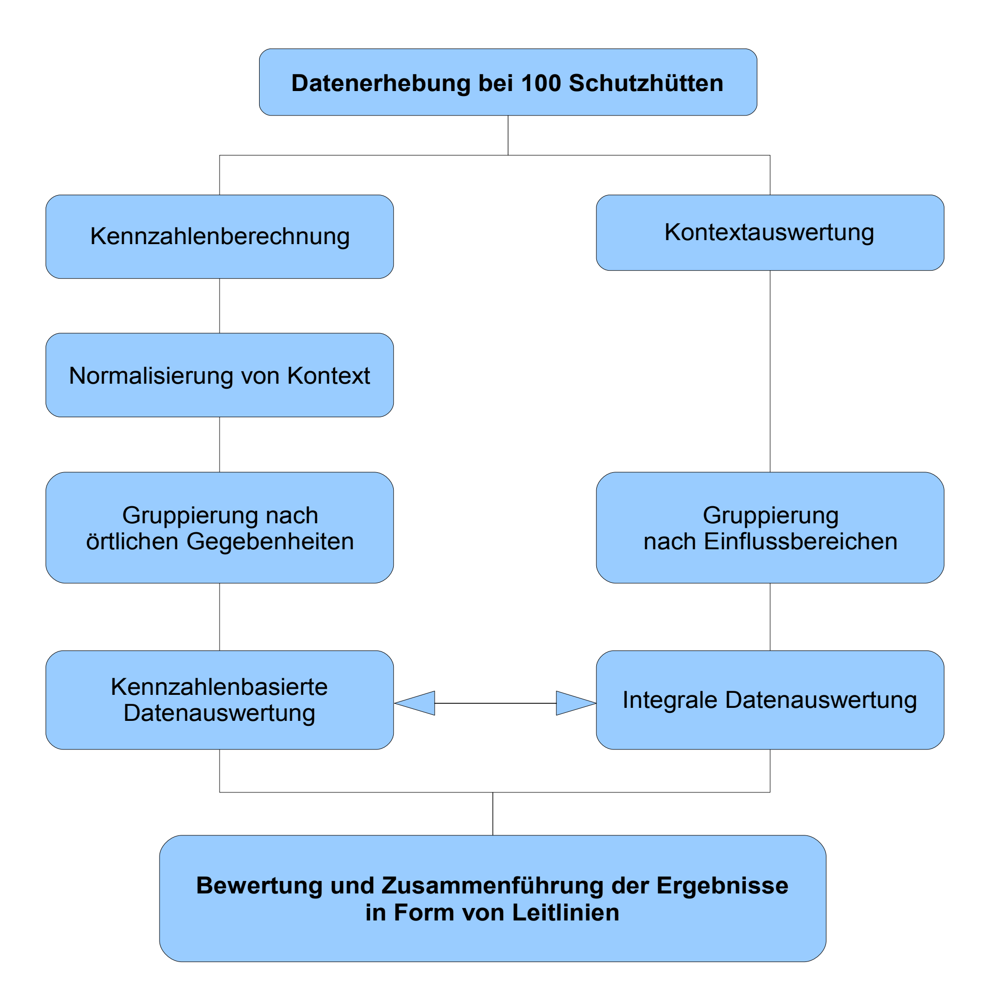


Abbildung 17: Zusammenführung der kennzahlenorientierten und der integralen Auswertung

2.9.3 Kostenberechnungen

Kostenberechnungen wurden auf der Grundlage der KVR-Richtlinien „Dynamische Kostenberechnung" (LAWA, 2005) durchgeführt. Dabei wurde ein Zinssatz von 3% p.a. angenommen.

Die detaillierte Beschreibung und die Ergebnisse der Kostenberechnung mit allen Eingangsparametern und Berechnungsgrundlagen kann im Kapitel 3.4.4.2 Vergleich der Hauptreinigungssysteme nachgelesen werden.

Die Kostenberechnung im Bereich Energie wurde mit der für diesen Themenbereich üblicherweise verwendeten Annuitätenmethode durchgeführt. Die Kosten wurden auf 25 Jahre bei einem Zinssatz von 5% p.a. kalkuliert.

2.10 AP10 – Datenbeurteilung, Bewertung und Gliederung

Die im Projekt erarbeiteten Ergebnisse stützen sich auf verschiedene Informationsquellen, die dementsprechend unterschiedlich hinsichtlich ihrer Datenqualität zu bewerten sind. Die für die Berechnungen der Kennzahlen verwendeten Variablen basieren zum Teil aus Messungen, auf Dokumentationen und auch auf Angaben durch die Hüttenwirte.

Zusammenfassend können die Daten folgenden Herkunftsarten zugerechnet werden:

- Messungen von z.B. Wasserverbrauch, Energieverbrauch.
- Dokumente und Unterlagen über Einreichprojekte, Bescheide und Anlagendokumentationen bei Vereinen und Sektionen und beim Hüttenwirt.
- Dokumentation der Anlagen und der Objekte durch die Erheber.
- Stichproben aus den projekteigenen Probenahmen bei den Abwasserreinigungsanlagen.
- Erfahrungsberichte und Abschätzungen durch Hüttenwirte und Hüttenwarte.

Um die Aussagekraft dieser heterogenen Datengrundlage zu gewährleisten, wurden die erhobenen Daten nach Fertigstellung jeder Erhebung auf Vollständigkeit und Konsistenz überprüft.

Die ermittelten Kennzahlen wurden entsprechend den oben dargestellten Gruppierungsmerkmalen (örtliche Rahmenbedingungen / system- und betriebsabhängige Gruppierungsmerkmale) gegliedert und in Form von Diagrammen dargestellt. Die gegliederten Kennzahlen wurden anschließend beurteilt und bewertet. Daraus konnten die Stärken und Schwächen der Systeme unter bestimmten Rahmenbedingungen identifiziert werden. Die Beurteilung der

ausgewerteten Kennzahlen bildet zusammen mit den Daten aus der integralen Datenauswertung die Grundlage für die Erstellung der „Leitlinien für Planung und Errichtung sowie Betrieb und Wartung der Ver- und Entsorgungsanlagen bei Berg- und Schutzhütten“ sowie für den gegenständlichen Endbericht.
Die Ergebnisse der Datenbeurteilung wurden den Projektpartnern in mehreren Treffen der Projektpartnervertretung und auch im Rahmen der Vollversammlung am 01.04.08 in Salzburg den Projektpartnern vorgestellt und diskutiert.

2.11 AP11 – Konzepterstellung 'Leitlinien'

Neben dem vorliegenden Endbericht werden die anwenderorientierten Projektergebnisse und Empfehlungen aus dem Gesamtprojekt in Leitlinien dargestellt. Enthalten sind Angaben für Planung und Errichtung sowie für Betrieb und Wartung.
Das Konzept der Leitlinien wurde allen Projektpartnern, externen Fachleuten sowie Behördenvertretern vorgestellt und diskutiert. Die Ergebnisse dieses Diskussionsprozesses und die sehr intensive Zusammenarbeit mit den Projektpartnervertretern flossen in die Endfassung mit ein.
In der Vollversammlung am 31.03.2009 in Salzburg wurde den Projektpartnern das Konzept vorgestellt und von ihnen Anmerkungen erbeten. Die eingegangen Anmerkungen der Projektpartner wurden in der Endfassung berücksichtigt.
Externen Experten wurden die ihrem Fachgebiet entsprechenden Bereiche zugesandt und Stellungnahmen von ihnen angefordert. Die Reaktionen waren durchwegs positiv und zustimmend zum Inhalt der Leitlinien.
Im Zuge des Diskussionsprozesses mit den Projektpartnern wurde deutlich, dass die Leitlinien kein allzu umfangreiches Werk sein können, um handhabbar und praktikabel zu sein. Es wurde daher beschlossen, in den Leitlinien ausschließlich die Empfehlungen mit einigen wenigen technischen Grundlageninformationen darzustellen und die Ergebnisse der Datenauswertung sowie die Methodik und Vorgehensweise im Endbericht zu beschreiben.

2.12 AP12 – Fertigstellung 'Leitlinien'

Nach eingehender Beratung innerhalb der Projektpartnervertretung zusammen mit der Projektleitung wurden die Leitlinien in sechs Kapitel unterteilt.

Im allgemeinen Teil wird kurz auf die Zielsetzung und den Einsatzbereich der Leitlinien sowie auf die rechtlichen Grundlagen und Regelwerke eingegangen. Des weiteren werden die örtlichen Rahmenbedingungen einer Schutzhütte sowie der Aufbau und die Anwendung der Leitlinien kurz beschrieben.

Im Teil „Planung und Errichtung“ werden Empfehlungen zu den technischen Anlagen in allen vier Ver- und Entsorgungsbereichen (Energie- und Wasserversorgung sowie Abwasser- und Abfallentsorgung) gegeben. In jedem der vier Bereiche schließt an eine Einleitung eine Kurzbeschreibung der Anlagen bzw. Anlagenteile an, gefolgt von den Empfehlungen zu diesem Ver- bzw. Entsorgungsbereich. Bei den Abwasserreinigungsanlagen gibt es hierbei eine kleine Ausnahme, da nach den Empfehlungen noch Übersichtstabellen angehängt werden, in denen die Projektergebnisse in tabellarischer Form dargestellt werden. Der Anwender soll mit Hilfe dieser Übersichtstabellen sehr rasch feststellen können, ob ein Reinigungssystem unter bestimmten örtlichen Gegebenheiten eingesetzt werden kann, bzw. ob die vorab definierten Anforderungen vom jeweiligen System eingehalten werden können. Sie können somit einem Laien einen Einblick in die Entscheidungsfindung des Fachmannes geben bzw. den Fachmann auf seinem Weg zur Entscheidungsfindung unterstützen.

Im Kapitel „Betrieb und Wartung“ werden betriebs- und wartungsspezifische Empfehlungen zu den vier Ver- und Entsorgungssystemen gegeben. Hier werden zum Beispiel Empfehlungen zu Fremd- und Eigenüberwachung, Anlagenmonitoring, Betriebssicherheit und Betriebseffizienz, Hygiene, Dokumentation der Wartungsarbeiten etc. gegeben.

Im Kapitel „Integrale Betrachtungen“ wird zunächst auf die Wechselwirkungen der Ver- und Entsorgungssysteme untereinander eingegangen (z.B. Wechselwirkung zwischen Energieversorgung und Abwasserentsorgung etc.).

Zum zweiten werden häufig auftretende Probleme, die bei den Erhebungen festgestellt bzw. von den Betreibern genannt wurden, gruppiert nach den erschwerenden Rahmenbedingungen (Ressourcen, Witterung, Transport, Bewirtschaftung und Allgemeines) aufgelistet und direkt im Anschluss Empfehlungen zur Behebung der Probleme abgegeben. Für den Anwender ergibt sich dadurch

folgende Vorgangsweise: Er überlegt sich, welche erschwerenden Rahmenbedingungen auf die jeweilige Hütte zutreffen, welche Systeme auf der Hütte installiert sind und wo es in der Vergangenheit Probleme gegeben hat. So können z.B. unter „Ressourcen“ und dem Unterpunkt „Wasserknappheit“ Empfehlungen zu dem konkreten Problem „Beeinträchtigung des Betriebs in Trockenperioden im Sommer“ nachgeschlagen werden.
Im Anhang sind Literatur- und Quellenangaben angeführt. Des weiteren ist im Anhang ein Glossar enthalten.

2.13 AP13 – Erstellung Endbericht

Im Endbericht wird das Projekt von seinem Start bis zum Abschluss dargestellt. Der Endbericht enthält auch alle Informationen der Leitlinien, da diese aus dem Endbericht heraus erarbeitet wurden.

2.14 AP14 – Wissensverbreitung – Verbreitung der Projektergebnisse

Vorrangiges Ziel des Projektes ist es, die in der Studie gewonnenen Erkenntnisse für die Realisierung neuer Projekte sichtbar zur Verfügung zu stellen. Die aktive Information und Wissensverbreitung bzw. das Aufzeigen von Möglichkeiten dazu, ist daher ein wichtiger Bestandteil des gegenständlichen Projektes über die „Integrale Evaluierung von Ver- und Entsorgungsanlagen bei Berg- und Schutzhütten“.
Die Projektergebnisse sollen auf diversen Fach- und Informationsveranstaltungen sowie durch einen entsprechenden Internetauftritt allgemein publik gemacht werden. Die Alpinen Vereine wie auch die Länder haben durch ihre Strukturen eine sehr gute Möglichkeit, das erworbene Wissen innerhalb ihres Wirkungskreises weiter zu geben.
In diesem Zusammenhang wird auf das Kapitel 8 Verbreitung der Projektergebnisse verwiesen, wo genauere Aufstellungen über bereits durchgeführte und geplante Veranstaltungen und Publikationen zu finden sind. Ebenso wird die geplante Veröffentlichung der Leitlinien in Buchform erwähnt.

Weiters geht es im Kapitel 3.6.3 Ausbildungsprogramm für den Anlagenbetreiber um die Verbreitung der in gegenständlichem Projekt erarbeiteten Ergebnisse.

3 Ergebnisse der kennzahlenorientierten Datenauswertung

Die kennzahlenorientierte Datenauswertung wurde wurde in zwei Unterkapitel gegliedert. Im Kapitel 3.1 Grundsätzliche Überlegungen zu Planung und Errichtung werden die Ergebnisse aus dem Bereich der Planung und Errichtung und im Kapitel 3.6 Grundsätzliche Überlegungen zu Betrieb und Wartung werden die Ergebnisse im Bereich Betrieb und Wartung von Ver- und Entsorgungsanlagen auf Berg- und Schutzhütten dargestellt.

3.1 Grundsätzliche Überlegungen zu Planung und Errichtung

Bei der Planung der Anlagen müssen die langfristigen Ziele der Sektion bzw. des Hüttenwirtes berücksichtigt werden. Betrachtet werden sollte auch die Entwicklung der Gästezahl (Auslastung) sowie potentielle klimatische Veränderungen (z.B. Verringerung des Wasserdargebots). Um eine realistische Planung erstellen zu können, sind im Vorfeld über ein bis zwei Jahre Aufzeichnungen von Gästezahlen (Tages- und Übernachtungsgäste), Messungen des Wasserverbrauchs (mittels Wasserzähler) sowie des Strom- und Wärmeverbrauchs hilfreich. Eine zusätzliche Messung der Quellschüttung, der Windgeschwindigkeiten und der solaren Einstrahlung ermöglichen eine optimale Auslegung der zukünftigen Energieversorgung. Die Messung der Quellschüttung ist auch für die Wasserversorgung notwendig, da sich hier Erkenntnisse über die Entwicklung der Wasserressource ergeben. Dies ist in Anbetracht des Klimawandels von besonderer Bedeutung.

Von Seiten der Sektion bzw. Ortsgruppe sind klare Verantwortlichkeiten bei Planung und Betrieb ganz wesentlich für das Gelingen eines Neu- oder Zubaus bzw. für die Erhaltung der bestehenden Anlagen. Zudem sind gegebenenfalls Eigenleistungen durch die Sektion bzw. Ortsgruppe einzuplanen.

Bei der Planung einer Maßnahme sind immer die Folgewirkungen auf die gesamte Hütte und ihren Betrieb zu berücksichtigen. Für einen erfolgreichen Hüttenbetrieb sind die Auswahl der Technik, deren Auslegung und Installation sowie Wartung und Betrieb entscheidend. Ganz wesentlich ist auch die Abstimmung neuer Komponenten mit bestehenden Anlagenteilen. Planungen im Rahmen eines langfristigen Ver- und Entsorgungskonzepts für ein Objekt und damit eine integrale Betrachtung des Systems Schutzhütte sind notwendig.

Grundsätzlich sind technisch möglichst einfache, energiesparende und kostengünstige Systeme zu empfehlen. Dazu müssen die Wartungstätigkeiten und der damit verbundene Wartungsaufwand vom Hersteller der Anlage im Angebot verbindlich angegeben werden und auch Bestandteil des Liefervertrages sein.

Eine geringe Störanfälligkeit der Anlagen ist wichtig, da die Behebung von Störungen auf Hütten viel höhere Kosten als im Tal verursacht. Ebenso ist der Zeitraum, bis es am Berg zu einer Behebung der Störung durch einen Fachmann kommt, viel länger.

Der Transportaufwand ist ein bedeutender Kostenfaktor bei der Errichtung von Ver- und Entsorgungsanlagen auf Berg- und Schutzhütten. Fallweise können die Transportkosten bis zu einem Drittel der Gesamterrichtungskosten betragen.

Bei der Planung von Anlagen muss besonders auf eine betriebs- und wartungsfreundliche Anordnung der Bauteile (Zugänglichkeit, Erreichbarkeit) geachtet werden.

Bei der Übergabe der Anlage muss eine ausführliche Einweisung des Betreibers durch den Hersteller erfolgen, es müssen ebenfalls entsprechende schriftliche Arbeitsanweisungen übergeben werden. Bei technisch aufwändigen Anlagen ist eine Betreuung des Betreibers durch die Herstellerfirma während der ersten ein bis zwei Betriebsjahre sinnvoll. Eine weitergehende Schulung des Betreibers für den Betrieb von Anlagen in Extremlage ist unbedingt zu empfehlen. Hierzu gibt es in Österreich für den Bereich Abwasser bereits ein einschlägiges Ausbildungsangebot im Rahmen des ÖWAV-Kleinkläranlagenkurses und in Deutschland den Kurs „Kleinkläranlagen – Betrieb und Wartung in Bayern“ der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.. Eine für Hüttenwirte angepasste Erweiterung des Ausbildungsangebots für andere Bereiche wäre aber wünschenswert.

Rechtliche Grundlagen und Regelwerke

Die vorliegende Endbericht soll im gesamten Arbeitsgebiet aller Projektpartner aus den sechs Ländern gelten. Es wurde daher auf die detaillierte Aufzählung aller hier gültigen, rechtlichen Vorschriften verzichtet. Grundsätzlich sind für Errichtung und Betrieb der Anlagen die im jeweiligen Land geltenden rechtlichen Grundlagen ausschlaggebend, welche sich von Land zu Land unterscheiden. Durch die Einbindung von Fachplanern und Behörden ist frühzeitig zu klären, welche Rechtsmaterie im Genehmigungsverfahren Anwendung findet.

Die jeweils gültigen technischen Regelwerke (Normen und sonstigen Richtlinien) sind zu beachten, sie erhalten ihren bindenden Charakter durch die Vorschreibung im Genehmigungsverfahren. Diese Regelwerke zeigen den Stand der Technik und ermöglichen es, Qualitätsstandards vorzugeben (z.B. ÖWAV-Regelblatt 1 „Abwasserentsorgung im Gebirge“ etc.).

Ein sehr guter Überblick über technische Anlagen auf Schutzhütten wird in einem Buch von Verena Menz mit dem Titel „Umwelttechnik für alpine Berg- und Schutzhütten“ gegeben. Das Buch „Die umweltgerechte Schutzhütte“ von Uwe Grinzinger enthält ebenfalls wertvolle Basisinformationen.

Sehr detaillierte Ergebnisse in Teilbereichen können aus Forschungsprojekten gewonnen werden wie z.B. dem DBU–Reststoffprojekt, dem EU–Lifeprojekt und ähnlichen.

In der Broschüre „VADEMECUM – Betriebsanlagenrecht für Schutzhütten in Extremlage“, herausgegeben vom Österreichischen und Deutschen Alpenverein, wurden die relevanten rechtlichen Regelungen im Bereich des Betriebsanlagenrechts in Österreich zusammengefasst.

3.2 Bereich Energieversorgung – Planung und Errichtung

3.2.1 Allgemein

Seit vielen Jahren versuchen die alpinen Vereine mit der Unterstützung von Forschungsinstituten über öffentlich geförderte Projekte die Energieversorgung der Schutzhütten zu verbessern und sukzessive auf erneuerbare Energien umzustellen. Dabei wird das Ziel verfolgt, eine umweltverträgliche, wirtschaftliche, ausreichende und sichere Energieversorgung aufzubauen, die außerdem im Einklang mit allen Ver- und Entsorgungseinrichtungen und den besonderen Rahmenbedingungen einer jeden Hütte steht. Der Charakter der Schutzhütte sollte dabei erhalten und der Einsatz an Technik minimiert werden. Durch viel Engagement der Eigentümer und der Betreiber der Hütten, neue Wege zu gehen, konnten bei der Weiterentwicklung der Energieversorgung in den letzten 15 Jahren große Fortschritte erzielt werden. Anfang der 1990er-Jahre wurden die ersten permanenten Stromversorgungen aufgebaut, die über 24 Stunden, fern des öffentlichen Stromnetzes, ausreichend Wechselstrom zur Verfügung stellten. Heute ist dies bereits zu einer Selbstverständlichkeit geworden.

Die Energieversorgungsanlage einer Hütte muss neben Strom jedoch auch den Wärmebedarf zum Kochen und Heizen sowie zur Warmwasseraufbereitung abdecken. Es entsteht dadurch ein sehr komplexes System, das nur durch ein harmonisches Zusammenspiel von Verbrauchern und Erzeugern stabil funktionieren kann (vgl. Abbildung 18).

Im Folgenden werden deshalb zuerst die möglichen Komponenten einer Energieversorgungsanlage erläutert. Nach der Beschreibung des Systemaufbaus werden dann konkrete Empfehlungen zum Bau neuer und zur Optimierung vorhandener Energieversorgungsanlagen auf Schutzhütten gegeben.

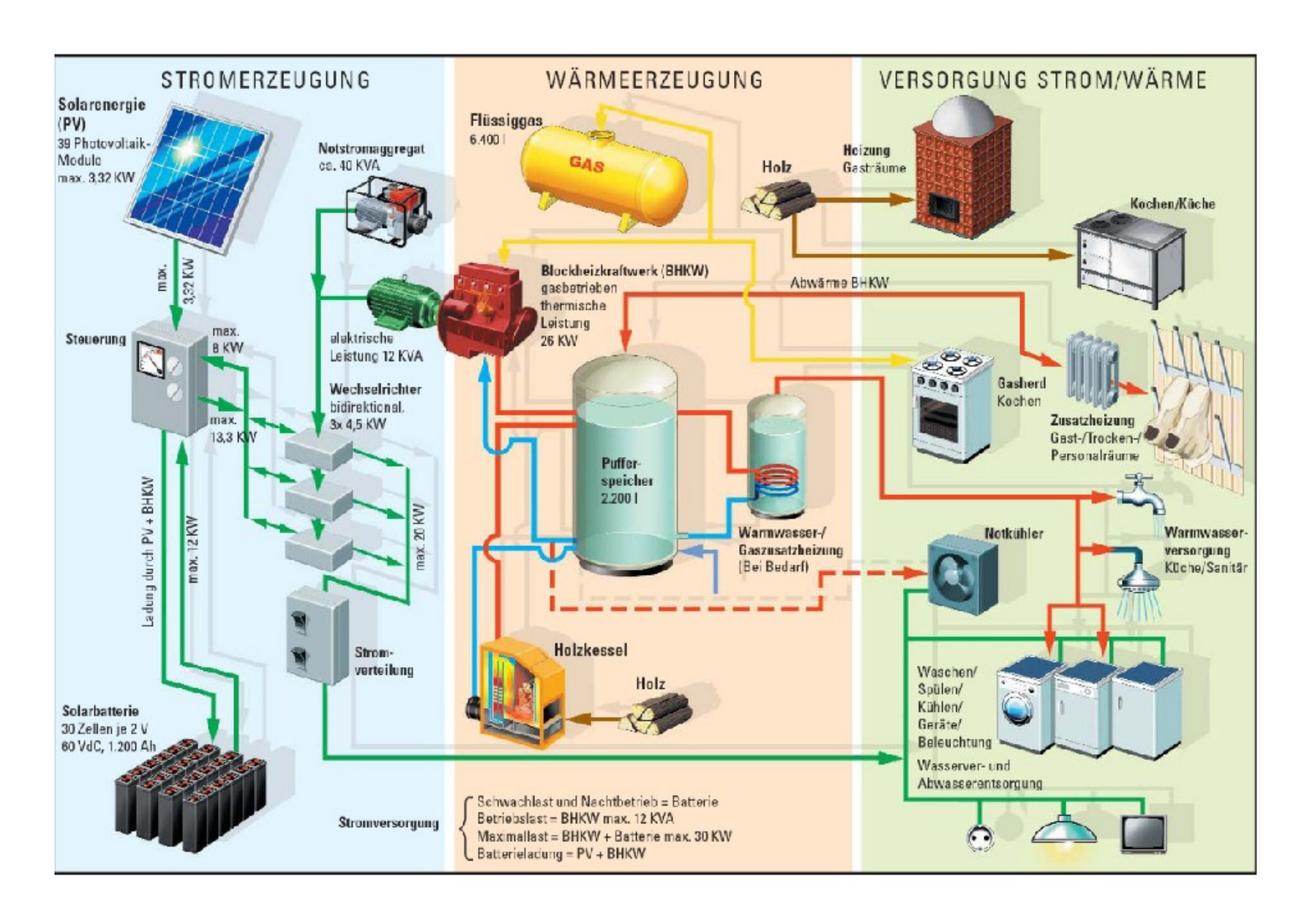


Abbildung 18: Komplexes System der Strom- und Wärmeversorgung am Beispiel einer Schutzhütte in den Alpen [41]

3.2.2 Beschreibung und Beurteilung der Stromerzeuger

Bei 76 der 100 untersuchten Hütten mit einer Inselstromversorgung spielen erneuerbare Energien bereits eine bedeutende Rolle. Auf 57 Hütten wird die Solarstrahlung über eine Photovoltaikanlage (PV) zur Stromerzeugung genutzt (vgl. Abbildung 19). Immerhin auf 26 Hütten decken Kleinwasserkraftwerke (KWKW) einen großen Teil des Strombedarfs, während die Windkraft gegenwärtig mit 2 Hütten eine nur untergeordnete Bedeutung hat. Auf einem Großteil der Hütten (53) wird durch ein Dieselaggregat ein Teil der elektrischen Lasten versorgt. Auf 18 Hütten ist das Dieselaggregat sogar noch immer der Hauptstromerzeuger. Bereits auf 22 Hütten werden Blockheizkraftwerke (BHKW) betrieben, bei denen über die Kraftwärmekopplung der eingesetzte Brennstoff zur gleichzeitigen Strom- und Wärmebereitstellung optimal ausgenutzt wird.

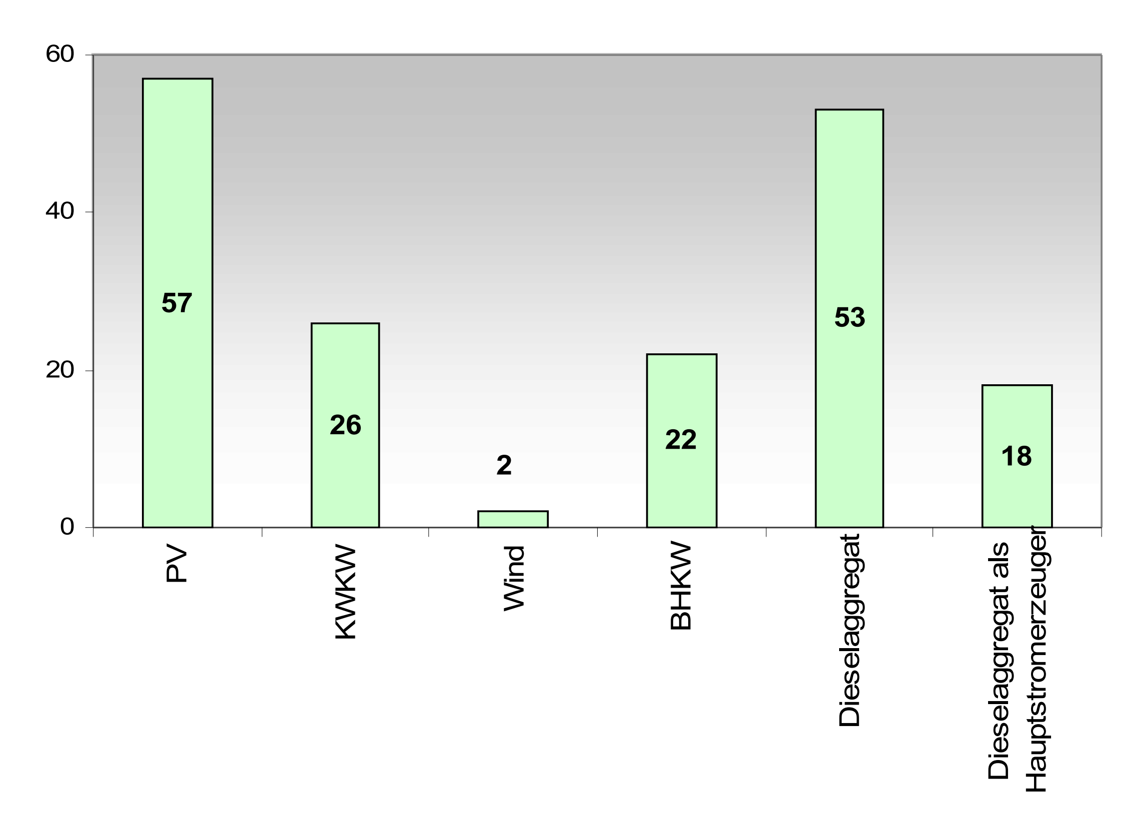


Abbildung 19: Häufigkeit der Stromerzeuger auf den 76 Hütten mit Inselanlagen

3.2.2.1 Photovoltaik PV

Beschreibung

Unter Photovoltaik wird die direkte Umwandlung von Strahlungsenergie (Sonnenlicht) in elektrische Energie verstanden. Bei der Umwandlung wird der photoelektrische Effekt ausgenutzt, der 1839 vom französischen Wissenschaftler A.E. Becquerel entdeckt wurde. Es entstehen keinerlei Emissionen wie Abgase, Lärm oder Abwässer. Mitte des letzten Jahrhunderts wurden die ersten Solarzellen aus Silizium produziert.

Um Strom mittels Solarzellen erzeugen zu können, muss, ähnlich wie bei einer Batterie, Strom vom positiven zum negativen Pol fließen. Aus diesem Grund besteht eine Solarzelle aus zwei Schichten, einer positiv und einer negativ „dotierten" Lage. Dotiert werden die einzelnen Schichten, indem dem Silizium bestimmte chemische Elemente beigemischt werden. Fällt Licht auf diese Zelle, entsteht eine Spannung zwischen den beiden Schichten, die an den Polen abgegriffen werden kann (vgl. Abbildung 20). Wird ein Verbraucher angeschlossen, so fließt Gleichstrom.

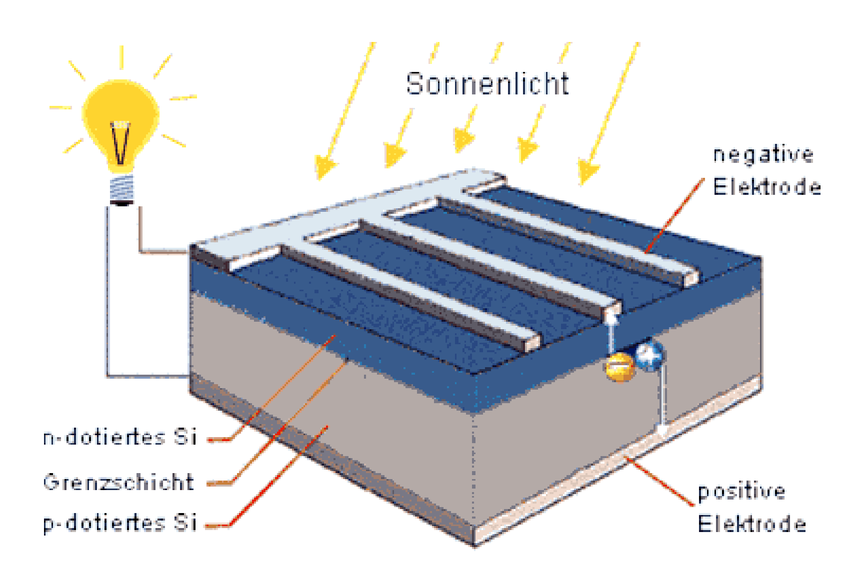


Abbildung 20: Schemazeichnung einer Solarzelle

Aus mehreren Zellen mit Kantenlängen von 12,5 x 15 cm oder 12,5 x 12,5 cm werden die Solarmodule zusammengestellt. Sie erzeugen Gleichstrom und ihre Leistung wird in „Watt peak“ (Wp, peak = engl. Spitze, Höchstwert) angegeben. Es handelt sich dabei um die maximal mögliche Leistung, die unter Standardtestbedingungen (STC)[1] erbracht wird.

Tabelle 5: Vor- und Nachteile der Photovoltaik (PV)

Vorteile	Nachteile
• Wartungsarm • Hoher Energieertrag auf den Bergen durch intensive Einstrahlung und geringe Temperatur • Keine Emissionen • Lebenserwartung mind. 25 Jahre • Weiter sinkende Modulpreise	• Energie nur bei Sonnenschein • für ganztägige Versorgung ist eine Kombination mit einem Energiespeicher nötig

Energieertrag

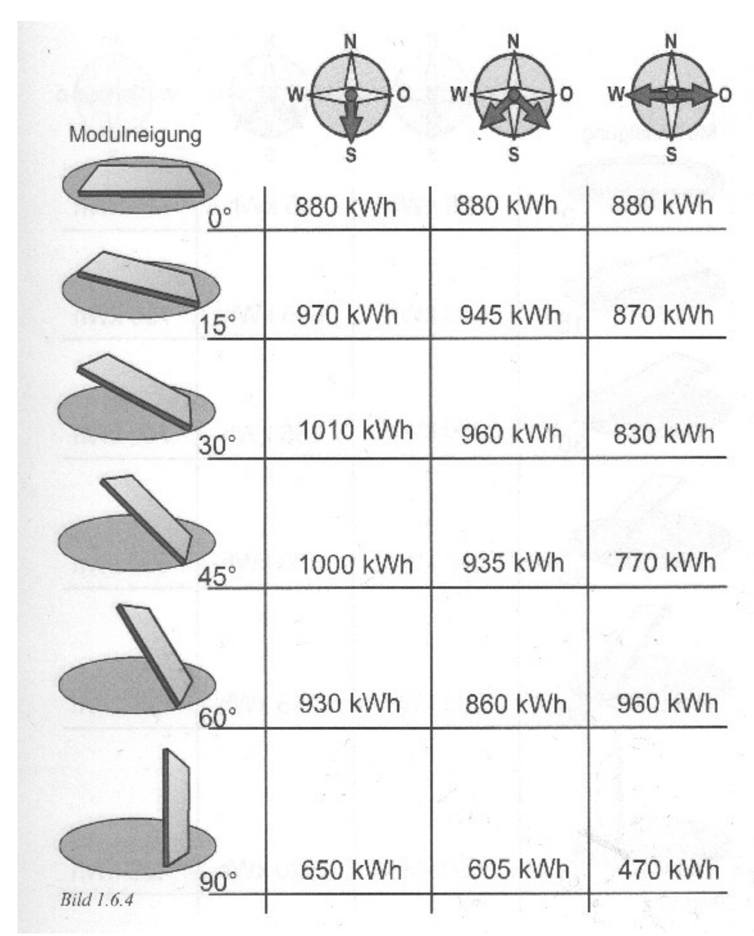
Der Energieertrag von Photovoltaikanlagen ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Größe bzw. Leistung der PV-Fläche
- Ausrichtung
- Standort der Anlage
- Modultyp

[1]Definition Standardtestbedingungen (STC): Die vom Hersteller angegebenen Kenndaten eines PV-Moduls werden unter den so genannten Standard-Test-Bedingungen STC (engl. Standard Test Conditions) ermittelt, d.h. bei einer Bestrahlungsstärke von 1000 W/m², einer Zellentemperatur von 25°C und einem bestimmten, für Mitteleuropa typischen Lichtspektrum, dem Air Mass Faktor (AM) von 1,5 [50].

Ausrichtung der Anlage

Um die einfallende Sonnenstrahlung maximal nutzen zu können, müssen die Module so ausgerichtet werden, dass die Solarstrahlung möglichst senkrecht auf die Moduloberfläche fällt. In Abbildung 21 ist zu erkennen, dass der höchste Stromertrag über ein Jahr bei einer Orientierung genau nach Süden und einem Anstellwinkel von 30° erreicht wird. PV-Anlagen, die im Winter ihre maximale Leistung erreichen müssen, sollten in einem Winkel von 60° bis 90° in Richtung Süden montiert werden. Dies ist z.B. bei einer Anlage zur Ladeerhaltung der Batterien über den Winter anzuraten.



Modulneigung			
0°	880 kWh	880 kWh	880 kWh
15°	970 kWh	945 kWh	870 kWh
30°	1010 kWh	960 kWh	830 kWh
45°	1000 kWh	935 kWh	770 kWh
60°	930 kWh	860 kWh	960 kWh
90°	650 kWh	605 kWh	470 kWh

Abbildung 21: Jährlicher Energieertrag einer Photovoltaikanlage in München (1kWp) bei verschiedenen Neigungen und Ausrichtungen [52]

Standort der Anlage

Falls die PV-Anlage auch im Winter genutzt werden soll, sind die Module so zu montieren, dass eine längere Schneebedeckung der Anlage vermieden wird. Eine Fehlaufstellung zeigt Abbildung 22. Durch die Aufstellung im Windschatten kommt es zur Schneebedeckung der Solarpanele und dadurch zu Ertragsausfall.

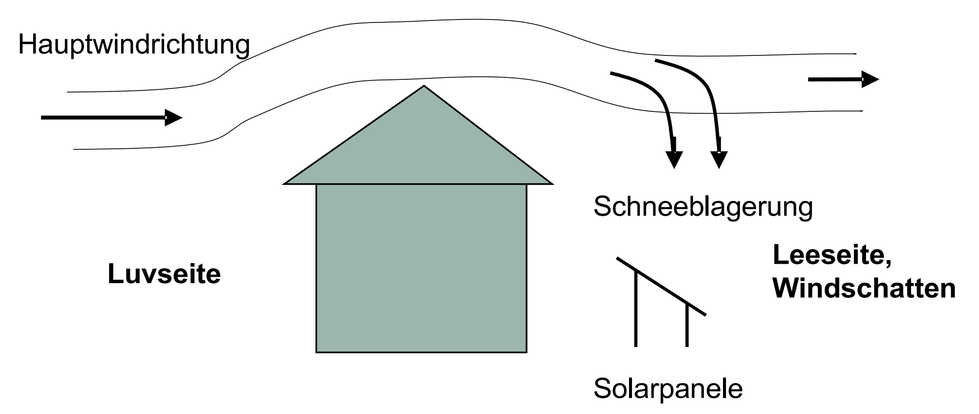


Abbildung 22: Auswirkungen der Montage von Solarmodulen im Windschatten der Hütte [58]

Die Module können entsprechend der individuellen Möglichkeit einer jeden Hütte als Dachmontage oder aufgeständert als Freiflächenanlage ausgeführt werden (vgl. Abbildung 23 und Abbildung 24). Bei der Notwendigkeit einer Montage an der Südseite der Hüttenfassade ist eine Schrägstellung der Module unter mindestens 60° zu empfehlen, damit die notwendige Leistung im Sommer erreicht wird.



Abbildung 23: Dachmontage einer Anlage mit PV (links) und Solarthermie (rechts)



Abbildung 24: PV-Freiflächenanlage

Modultyp

Die Modultypen werden je nach Verarbeitungsgüte des Siliziums (Si) der PV-Zellen unterschieden (vgl. Tabelle 6). Der höhere Verarbeitungsaufwand, z.B. einer monokristallinen PV-Zelle, bewirkt einen höheren Wirkungsgrad. Er beschreibt, zu welchem Anteil die auf das Modul treffende Solarstrahlung in Strom umgewandelt werden kann.

Tabelle 6: Charakteristik des Zellaufbaus verschiedener PV-Module und ihre Lebensdauer

Modultyp	Wirkungsgrad [%]	Lebensdauer[2] [Jahre]
monokristallines Si	14 –17	25 – 30
polykristallines Si	10 – 14	25 – 30
amorphes	5 – 10	~ 20

Amorphe Solarzellen bestehen aus einer dünnen, nicht-kristallinen (amorphen) Siliziumschicht und werden daher auch als Dünnschichtzellen bezeichnet. Auf Grund der einfacheren Herstellung sind sie preiswerter als die kristallinen Zellen und bieten Vorteile bei wenig Licht, Streulicht und bei hohen Betriebstemperaturen. Dagegen weisen sie eine geringere Lebensdauer[2] und einen geringeren Wirkungsgrad auf, so dass für die gleiche Leistung eine deutlich größere Modulfläche benötigt wird. Die Solarstrahlung auf Schutzhütten liegt bei gleichzeitig geringen Temperaturen signifikant höher als im Tal, so dass kristalline Zellen bei beschränktem Platzangebot für die Modulauswahl in der Regel zu empfehlen sind.

Hinweise zu Schneelasten und Verschattung:

Wegen der teilweise extrem hohen Schneelasten in den Bergen ist bei der Auswahl der Module auf eine hohe Belastbarkeit zu achten und die Befestigung muss entsprechend ausgeführt werden. Die aktuellen Qualitätsmodule auf dem Markt sind jedoch bereits für die extremsten Lasten ausgelegt und somit uneingeschränkt auf Berghütten einsetzbar. Um die volle Leistung der Module zu gewährleisten, ist auf die Vermeidung von Verschattung der Modulfläche zu achten. Schon bei einer Verschattung einer kleinen Teilfläche geht die Gesamtleistung fast auf Null zurück, da die Einzelzelle eines Moduls mit der geringsten Leistung die Leistung des gesamten Modulstrangs bestimmt.

3.2.2.2 Motoraggregate

Beschreibung

Unter diesem Begriff werden die unterschiedlichen Verbrennungsmotoren zusammengefasst, die mit einem Generator zur Stromerzeugung gekoppelt sind. Bei größeren Aggregaten werden in der Regel wartungsarme Dieselmotoren eingesetzt, die auf eine lange Laufleistung ausgelegt sind. Da diese Aggregate die entstehende

[2]Die Lebensdauer beschreibt die Anzahl Jahre, nach denen das PV-Modul noch mindestens 80% seiner ursprünglichen Leistung erbringt

Abwärme nicht nutzen, liegt ihr Gesamtwirkungsgrad, entsprechend dem elektrischen Wirkungsgrad, bei maximal 30%. Im Alltagsbetrieb auf den Hütten liegt der Wirkungsgrad jedoch mit im Mittel ca. 10% bis 20% deutlich darunter. Die Ursache liegt darin, dass die meist sehr leistungsstarken Dieselaggregate häufig nur in einem geringen Teillastbereich betrieben werden, wodurch der Wirkungsgrad deutlich abnimmt. Vorteile der Dieselaggregate sind ihre einfache Handhabbarkeit und Robustheit. Für die Anwendung als Notstromaggregat werden auch noch kleinere, mit Benzin betriebene, Ottomotoren verwendet.

3.2.2.3 Blockheizkraftwerke

Beschreibung

Ein Blockheizkraftwerk ist eine Anlage zur gleichzeitigen Erzeugung von elektrischem Strom und Wärme. Es setzt das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung ein.

Der hohe Gesamtnutzungsgrad resultiert aus der Nutzung der Abwärme der Stromerzeugung direkt am Ort der Entstehung. Der Wirkungsgrad der Stromerzeugung liegt dabei, abhängig von der Anlagengröße, bei etwa 25 bis 35%. Durch die Nutzung der Abwärme wird die eingesetzte Primärenergie aber zu 80 bis 90% genutzt (vgl. Abbildung 25).

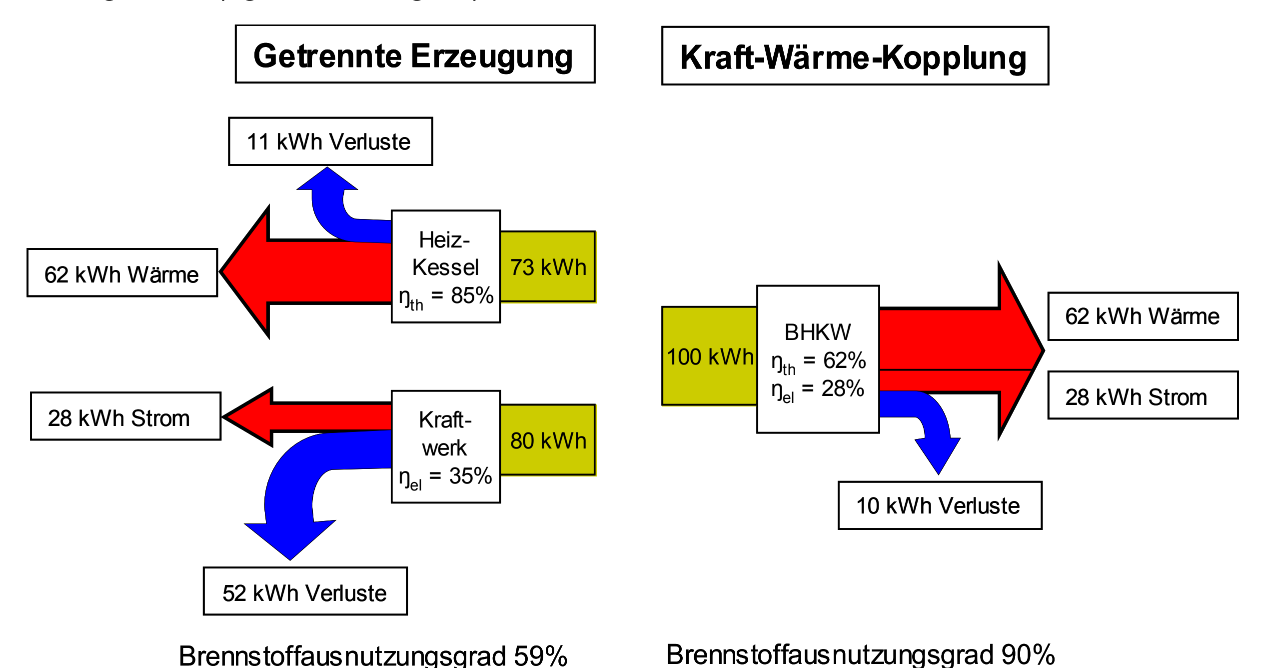


Abbildung 25: Vergleich der Kraftwärmekopplung mit getrennter Erzeugung [21]

Tabelle 7: Vergleich Diesel- zu Ottomotor in BHKW

Art	Vorteil	Nachteil
Ottomotor *(Gas / Benzin)*	billiger	geringerer Wirkungsgrad höherer Wartungsaufwand störungsanfälliger empfindlich bei starkem Lastwechsel
Dieselmotor *(Pflanzenöl / Biodiesel / Diesel)*	höherer Wirkungsgrad höhere Lebensdauer durchzugsstärker (kaum Einbruch beim Aufschalten großer Lasten) lange Wartungsintervalle	hohe Ruß- und Feinstaub-Emissionen bei Betrieb mit Diesel höhere Herstellungskosten

Abbildung 26 zeigt den übersichtlichen Aufbau und die Kompaktheit eines aktuellen BHKW.



Abbildung 26: Aufbau und Bestandteile eines BHKW [55]

Brennstoffe

Auf den 100 untersuchten Hütten sind drei BHKW mit einem Flüssiggas betriebenen Ottomotor ausgerüstet (vgl. Abbildung 27). Diese Hütten werden über einen Fahrweg versorgt, sodass die Belieferung der Hütte mit einem Gastankwagen möglich ist. Die restlichen BHKW sind alle mit einem Dieselmotor ausgestattet, der bei einer Hütte mit Biodiesel, bei 4 Hütten mit Diesel und bei 16 Hütten mit Rapsöl betrieben wird.

Eine Versorgung mit Flüssiggas in Flaschen ist, auf Grund des doppelten Transportgewichts, bei Hütten ohne Fahrweg nur mit einem erhöhten Aufwand möglich und sollte deshalb auf das Notwendigste für die Küche beschränkt bleiben.

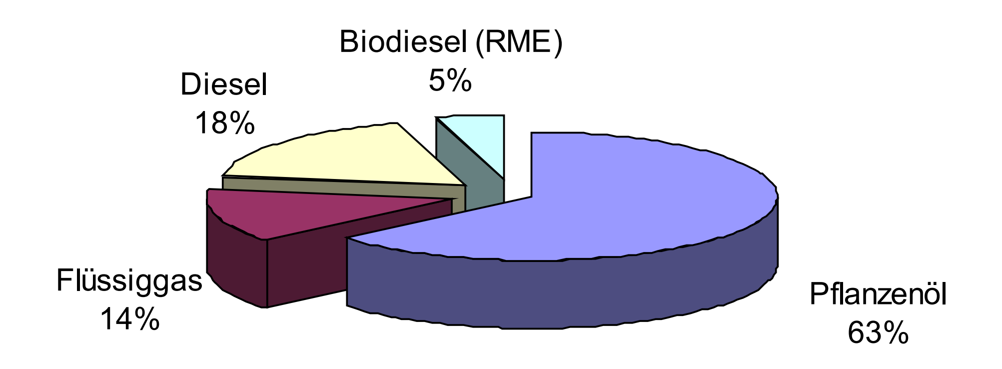


Abbildung 27: Häufigkeit der Treibstoffe, die in den 22 BHKW der evaluierten Hütten eingesetzt werden

In Tabelle 8 sind die Vor- und Nachteile der verschiedenen Kraftstoffe zusammengestellt.

Tabelle 8: Vergleich der Energieträger für den Einsatz in Verbrennungsmotoren

Brenn-stoff	Vorteile	Nachteile	Emissionen [g/kWh]	Heizwert kWh/kg	Preis[3] €/l
Diesel	leicht zu beschaffen	privater Transport unzulässig,[4] Wassergefährdungskl. 2	hohe CO_2-Emissionen [266 g/kWh]	11,9	0,9 – 1,3
Biodiesel (Raps-Metyhl-Ester RME)	umweltfreund-licher als Diesel	privater Transport unzulässig, Wassergefährdungskl. 1, zersetzt Kunststoffdichtungen	ca. 20%-80% geringer als bei konv. Diesel [42]	10,3	0,8 – 1,3
Pflanzenöl	CO_2-neutral, keine Beschrän-kung bei Trans-port und Lagerung	zum Teil schwierigere Beschaffung, Düsen können durch Ausflockung bei tiefen Temperaturen verstopfen[5]	CO_2-neutral	10,4	0,7 – 1,4
Benzin	startet leicht bei großer Kälte	privater Transport unzulässig, Wasser-gefährdungsklasse 3	hohe CO_2-Emissionen [259 g/kWh]	12,1	1,0 – 1,4
Flüssiggas	hohe Energiedichte, geringere Emissionen als bei Diesel	Gasmotor nicht durchzugsstark, Explosionsgefahr, doppeltes Transport-gewicht bei Flaschengas	hohe CO2-Emissionen [234g/kWh]	12,9	0,6 – 1,1

Pflanzenöl BHKW

In der Regel wird Pflanzenöl, das aus dem Samen von Raps gewonnen wird, eingesetzt. Werden die Vorketten der Rapsölproduktion vernachlässigt (z.B. CO_2-Emissionen bei Ernte und Transport), kann Rapsöl als CO_2-neutral bezeichnet werden. Die Zusammenhänge sind in Abbildung 28 ersichtlich. Details zur Pflanzenölqualität und Empfehlungen zur Lagerung und Zubringung können unter www.kw-energietechnik.de nachgelesen werden.

[3]Die Preise für die Brennstoffe unterliegen starken Schwankungen. Die angegebenen Werte zeigen die Bandbreite der Preise im Alpenraum im Frühjahr 2009. Voraussichtlich werden die Preise in Zukunft weiter steigen.
[4]Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR), Neufassung des ADR 2007 vom 28. August 2007 (BGBl. II S. 1399 mit Anlageband)
[5]Wird durch die automatische Verwendung von geringen Mengen Diesel beim Start und beim Nachlaufen des Motors vermieden (pro Jahr gesamt ca. 10 Liter). Dadurch kann das BHKW auch im Winter ohne Probleme gestartet werden.

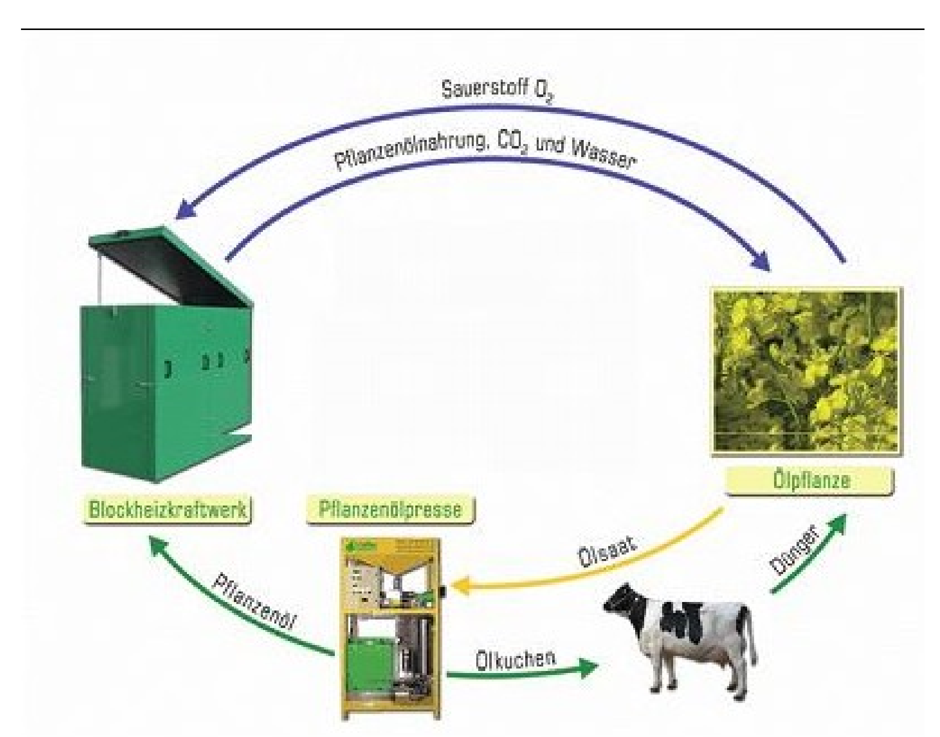


Abbildung 28: Pflanzenöl als CO_2-neutraler Brennstoff [55]

Potential und Probleme

Da Berghütten oft in sensiblen Gebieten liegen, muss eine Emission von umweltgefährdenden Stoffen vermieden werden. Pflanzenöl ermöglicht einen einfachen Transport und kann ohne zusätzliche Schutzeinrichtungen gelagert werden. Eine Gefahr für die Umwelt bei Austritt durch Leckagen oder Unfällen besteht nicht.

Eine Ausflockung im Pflanzenöl bei niedrigen Temperaturen kann zu Problemen beim Start des BHKW durch verstopfte Düsen führen. Dies kann durch die automatische Verwendung von geringen Mengen Diesel beim Start und beim Nachlaufen des Motors vermieden werden. Um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, ist es unbedingt notwendig, Pflanzenöl zu verwenden, welches den Qualitätsanforderungen[6] des jeweiligen BHKW-Herstellers entspricht. Bei Einhaltung der Betriebsanleitung ist ein Betrieb eines modernen Pflanzenöl-BHKW auch im Winter ohne Probleme möglich.

[6] DIN V 51605 - Qualitätsnorm für Pflanzenölkraftstoff

3.2.2.4 Wasserkraftanlagen

Beschreibung

In einem Kleinwasserkraftwerk (KWKW) oder einer Wasserkraftanlage wird die mechanische Energie des Wassers in elektrischen Strom umgewandelt. Durch notwendige Wasserbaumaßnahmen zur Fassung, Speicherung und Zuleitung des Wassers auf eine Turbine oder ein Wasserrad können erhebliche Eingriffe in die Natur und hohe Investitionskosten entstehen. Durch die permanente Stromerzeugung ohne Schadstoffemissionen, die lange Lebensdauer von mehr als 30 Jahren sowie die meist geringen Betriebskosten, stellt ein KWKW eine sehr interessante Option für die Stromversorgung dar. Die Höhe der Betriebskosten hängt z.B. davon ab, wie oft der Sandfang gereinigt werden muss.

Auf Schutzhütten werden in der Regel Kleinwasserkraftwerke im Leistungsbereich von wenigen Hundert Watt bis ca. 40 kW eingesetzt. Die Peltonturbine ist die am häufigsten verwendete Turbinentechnik (vgl. Abbildung 30). Sie eignet sich besonders für die Nutzung von geringen Wassermengen bei gleichzeitig großen Höhenunterschieden zwischen Wasserfassung und Turbine.

Mit folgender Formel für die Berechnung des Tagesarbeitsvermögens einer Peltonturbine lässt sich ihre mögliche Stromerzeugung abschätzen.

$$TAV = (Q \times H_{ges} \times g \times \eta_{ges} \times 24\ \text{Stunden} / 1000)$$

TAV	Tagesarbeitsvermögen [kWh]
Q	Durchfluss [Liter/s]
H_{ges}	Gesamte Druckhöhe (Reibungsverluste bereits berücksichtigt) [m]
g	Erdbeschleunigung ca. 10 [m/s²] (exakt 9,81 m/s²)
η_{ges}	Gesamtwirkungsgrad ca. 0,7

Ein KWKW kann auch als Trinkwasserkraftwerk ausgeführt werden. Hierfür wird die Turbine in die Trinkwasserversorgung im Bereich eines Hochbehälters eingebunden, um so den Höhenunterschied zwischen Quelle und Hochbehälter zu nutzen. Nach der Turbine, die vom Wasser drucklos verlassen wird, sollte noch genügend Höhenunterschied zur Hütte gegeben sein, um einen Wasserdruck von 2 – 4 bar zu erhalten.

Ein Trinkwasserkraftwerk kann auch als sehr kleine Anlage mit wenigen Hundert Watt eine wirtschaftlich und ökologisch sehr interessante Stromversorgungsvariante darstellen. Im Vergleich zu herkömmlichen Kraftwerken können häufig Kosten für Druckrohleitungen, Wasserbau und Gebäude eingespart und Eingriffe in die Natur vermieden werden.

Abbildung 30 zeigt ein KWKW mit einer Leistung von 11 kW aus dem Jahr 1929 das in Kombination mit Akkus eine Hütte ausreichend versorgt. In Abbildung 29 ist ein „mobiles" 4,4 kW Wasserkraftwerk zu sehen, welches im Winter abgebaut werden kann.



Abbildung 30: Peltonturbine mit 11 kW elektr. Leistung



Abbildung 29: mobile Wasserkraftlösung

3.2.2.5 Windkraftanlagen

Beschreibung

Windkraftanlagen nutzen die in den strömenden Luftmassen enthaltene kinetische Energie [57]. Dem Wind wird die Energie mit Rotoren entzogen und an der Rotorwelle in mechanische Leistung umgewandelt. Ein angeschlossener Generator wandelt diese Leistungsform in elektrische Energie. Es entstehen dabei außer geringen Geräuschen keine Emissionen. Neben Windrädern mit liegender Achse werden auch Anlagen mit einer vertikalen Drehachse eingesetzt (vgl. Abbildung 31).

Probleme:

Erzeugung und Bedarf decken sich häufig nicht. Bei Schönwetter ist der Bedarf durch hohe Gästezahlen vorhanden, aber meist keine Windkraftnutzung möglich. In den vergangenen Jahren wurden immer wieder Testanlagen auf Hütten installiert. Starke böige Winde erschweren die technische Auslegung und Haltbarkeit der Anlagen. Ein weiteres Problem ist die Vereisung des Rotors, die einerseits durch die enormen Hebelkräfte zu einem Bruch der Anlage führen kann und andererseits bei einem Eisabwurf eine Gefahr darstellt. In einem solchen Fall sollten deshalb die Rotorblätter im Winter demontiert werden



Abbildung 31: Windkraftanlage auf Hüttendach

Potential:

Als Teil einer hybriden Stromversorgung aus PV, Batterien, Notstromaggregat und geeigneten Windturbinen birgt die Windkraft hohes Potential. Neue Entwicklungen könnten auch für die Bedingungen in den Bergen geeignet sein. In diesem Bereich muss noch mehr Erfahrung gesammelt werden, um in Zukunft auch diese erneuerbare Energie nutzen zu können.

3.2.2.6 Beschreibung und Beurteilung der Energiespeicher

Mögliche Energiespeicher

Auf Schutzhütten sind bisher, in hybriden Energieversorgungsanlagen, fast ausschließlich elektrochemische Speicher im Einsatz, wofür gegenwärtig größtenteils Niedertemperatur-Bleibatterien mit internem Speicher verwendet werden (vgl. Abbildung 32).

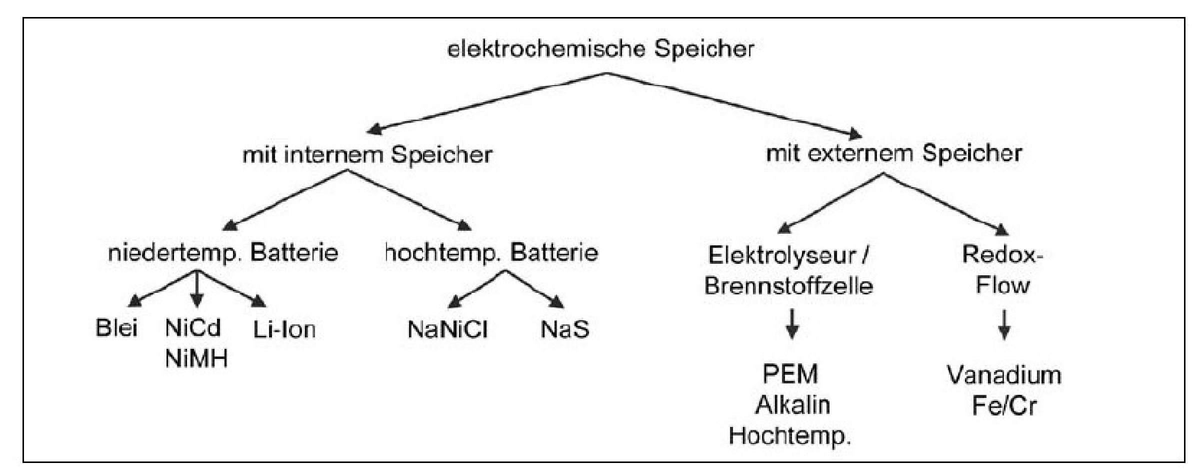


Abbildung 32: Klassifizierung elektrochemischer Speichertechnologien [40]

Es werden hauptsächlich Blei-Flüssig-Batterien (geschlossene Akkumulatoren) oder Blei-Gel-Batterien (verschlossene Akkumulatoren) verwendet (vgl. Abbildung 33).

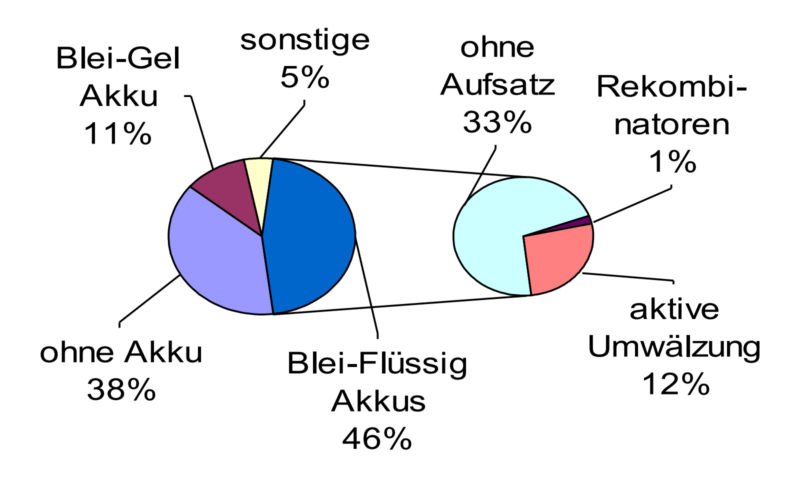
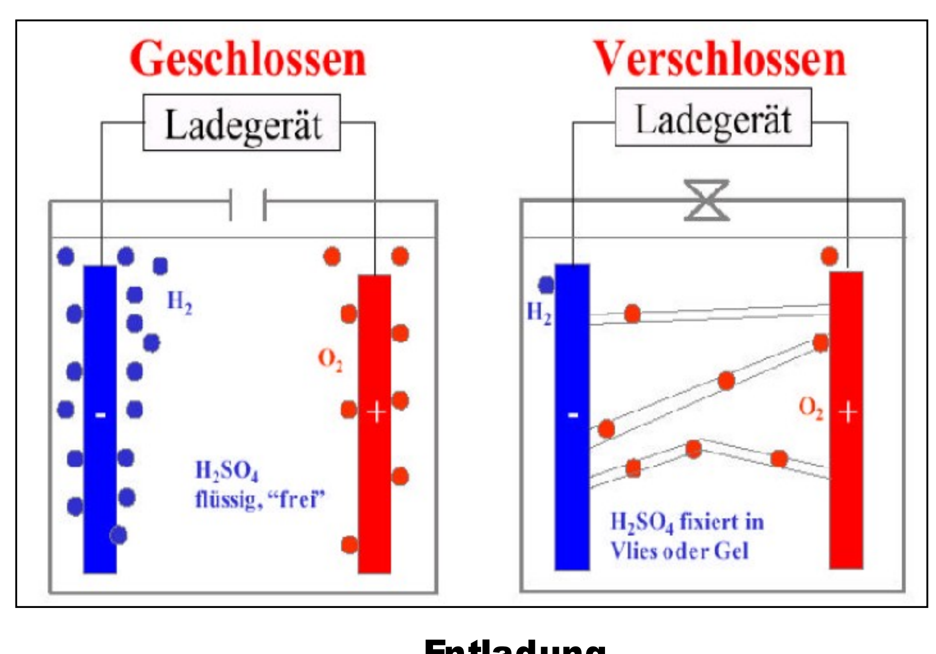


Abbildung 33: Akkuausstattung der 100 untersuchten Hütten (links) und bei Blei-Flüssig-Akkus die Kombination mit Rekombinatoren bzw. einer aktiven Säureumwälzung zur Vermeidung der Säureschichtung (rechts)

Vergleich von Blei-Gel-Batterien zu Blei-Flüssig-Batterien

Bei der Blei-Gel-Batterie ist die Schwefelsäure in einem Gel fixiert, wodurch beim Transport auf die Schutzhütte keine Säure austreten kann und somit keine Gefährdung von Mensch und Umwelt besteht. Durch die Fixierung kann eine Säureschichtung weitgehend vermieden werden. Im Betrieb der Flüssigbatterie stellt diese ein großes Risiko der Beschädigung dar und muss aufwändig durch eine aktive Säureumwälzung oder zumindest über regelmäßige Gasungsladungen aufgehoben werden [28].

In Abbildung 34 ist das Gasungs- und Rekombinationsverhalten für geschlossene und verschlossene Bleibatterien gegenüber gestellt. Bei der Elektrolysereaktion entsteht an der positiven Elektrode Sauerstoff und an der negativen Elektrode Wasserstoff, der jeweils aus der Spaltung von Wasser hervorgeht [29].



$$Pb + PbO2 + 2H2SO4 \underset{\text{Ladung}}{\overset{\text{Entladung}}{\rightleftharpoons}} 2PbSO4 + 2H2O$$

Abbildung 34: Gasung und Rekombination in geschlossenen (Flüssig-) und verschlossenen (Gel-) Blei-Batterien [40]

Im Falle der Flüssigbatterien entweicht ein explosives Knallgasgemisch, sodass der dadurch verursachte kontinuierliche Wasserverlust durch Nachfüllen von destilliertem Wasser ausgeglichen werden muss. Bei wartungsfreien Blei-Gel-Batterien dagegen gelangt das an der positiven Elektrode entstandene Sauerstoffgas durch Mikroporen im Gel zur negativen Elektrode, an der eine Rekombination mit dem dort entstandenen Wasserstoff stattfindet. Deshalb können die Blei-Gel-Akkus bis auf ein Überdruckventil verschlossen werden, da ein Nachfüllen von Wasser nicht notwendig ist.

Weitere Vorteile der Blei-Gel-Batterien sind die unproblematische Aufstellung ohne Säurewanne und ohne speziell belüftetem Batterieraum, sowie eine größere Unempfindlichkeit gegen Tiefentladung. Sie sollten jedoch, wie auch die Blei-Flüssig-Batterien, möglichst kühl aufgestellt werden. Die Lebensdauer und die Zyklenfestigkeit ist bei beiden Batterietypen annähernd gleich. Jedoch muss bei der Blei-Gel-Batterie die maximale Ladeschlussspannung sehr genau eingehalten

werden, um einen internen Druckanstieg durch Gasung an den Elektroden zu vermeiden. Dies würde schon bei gering höheren Ladeschlussspannungen zu einem Abblasen von überschüssigem Gas über das Sicherheitsventil und damit zu einem irreversiblen Wasserverlust führen. Die Ladeschlussspannung bei 20°C sollte deshalb je Zelle 2,4 V nicht überschreiten [30].

Blei-Flüssig-Batterien können mit Rekombinatoren nachgerüstet werden (vgl. Abbildung 35). Beim Einsatz des Rekombinationssystems werden die während der Wasserzersetzung in der Batterie entstehenden Gase Wasserstoff und Sauerstoff in den Batterieaufsatz geleitet. Mittels eines integrierten Edelmetallkatalysators werden diese Gase rekombiniert, wobei Wasserdampf entsteht. Der Wasserdampf kondensiert an den Wänden des Aufsatzes. Die sich bildenden Wassertropfen fließen nach unten und werden in die Batterie zurückgeführt. Der Wirkungsgrad dieser Rekombination beträgt bis zu 99%. Durch diese Effizienz wird der Aufwand für das Nachfüllen von Wasser drastisch reduziert, bis hin zur Wartungsfreiheit. Aufgrund der Rekombination der entstehenden Gase kann die Lüftungsanforderung entsprechend EN 50272-2 / DIN VDE 0510 Teil 2 deutlich reduziert werden.



Abbildung 35: Batterieaufsatz zur Rekombination der austretenden Gase bei Blei-Flüssig-Akkus [22]

In Tabelle 9 sind die Vor- und Nachteile sowie die Kosten der unterschiedlichen Bleibatterien zusammengestellt. Die Angaben zur Lebensdauer der Batterien beruhen auf Ergebnissen aus der Datenerhebung im Rahmen des Evaluierungsprojekts und aktuellen Forschungsarbeiten über Batterien im Einsatz auf Schutzhütten [40]. Angaben von Batterieherstellern zur Zyklenfestigkeit[7] mit über 1500 Vollzyklen[8] beziehen sich auf Laborbedingungen und sind im Alltagseinsatz auf

[7]Zyklenlebensdauer: Unter der Zyklenlebensdauer versteht man die Anzahl der Zyklen, die der Akku mitmachen kann, bis seine Kapazität auf 80% der Nennkapazität abgesunken ist.
[8]Zyklus/Vollzyklus: Ein Vollzyklus entspricht der kontinuierlichen Entladung eines vollgeladenen Akkus im Umfang der gesamten erlaubten Zyklentiefe von z.B. 80% der Nennkapazität des Akkus und einer nachfolgenden kontinuierlichen Vollladung.

Hütten nicht zu erreichen. Die Lebensdauer und Zyklenfestigkeit der Batterien hängt sehr stark vom Batteriemanagement ab und kann bei falschem Betrieb, unkorrektem Einbau oder schlechter Wartung auch deutlich kürzer ausfallen. Besonders schädlich für Blei-Flüssig-Batterien sind lange Zeiten (mehr als eine Woche) im nahezu entladenen Zustand. Die Batterien sollten deshalb immer so rasch wie möglich wieder geladen werden.

Auf dem Markt ebenfalls erhältliche Blei-Vlies-Batterien (AGM) werden hier nicht weiter betrachtet, da sie für den Einsatz in der Stromversorgung auf Schutzhütten nicht geeignet sind[9].

Tabelle 9: Vergleich Blei-Gel zu Blei-Flüssig-Batterien

	Vorteil	Nachteil	Lebensdauer	Kosten
Blei-Gel-Akku	• keine Säureschichtung • wartungsfrei • unempfindlich gegen Tiefentladung • einfache Aufstellung u.Transport	• Empfindlich bei zu hoher Ladespannung	• ca. 10 Jahre • bis zu 850 Vollzyklen	250,- bis 250,- €/kWh
Blei-Flüssig-Akku	• Standardbatterie auf Hütten • durchsichtiges Gehäuse möglich	• Empfindlich bei Tiefentladung • Säureschichtung • Säure kann austreten	• ca. 8 Jahre • bis zu 850 Vollzyklen	180,- bis 250,- €/kWh inkl. Rekombinatoren

In Abbildung 36 und Abbildung 37 sind eine Blei-Flüssig-Batterie und eine Blei-Gel-Batterie zu sehen. Das durchsichtige Gehäuse der Blei-Flüssig-Batterie ermöglicht die Sichtkontrolle des Zustands der Batterie und der Zersetzung der Aktivmasse, die sich im Schlammraum unter den Bleiplatten ansammelt.

Es ist darauf zu achten, dass entweder die Temperatur im Batterieraum im Winter nicht deutlich unter Null Grad fällt, oder die Batterien über einen Winterstrang kontinuierlich geladen werden. Entladene Batterien frieren bereits bei 0°C, volle erst bei ca. -35°C ein. Durch das Einfrieren wird das Gehäuse zerstört.

[9] In Blei-Vlies-Akkus (AGM) ist die Säure in einem Vlies gebunden, wodurch sie wie Blei-Gel-Akkus als verschlossene Batterien aufgebaut sind. Es bildet sich in ihnen jedoch wie bei Blei-Flüssig-Akkus eine Säureschichtung aus, die über Gasungsladungen nicht behoben werden kann, da ein Nachfüllen von ausgegastem Wasser nicht möglich ist.



Abbildung 36: Blei-Flüssig-Batterie



Abbildung 37: Blei-Gel-Batterie

3.2.2.7 Beschreibung und Beurteilung der Leistungselektronik

Unter dem Begriff Leistungselektronik werden all jene Komponenten einer Energieversorgungsanlage zusammengefasst, die mit elektronischen Bauteilen eine Umformung der elektrischen Energie sowie die Regelung und Steuerung der Stromverteilung zur Aufgabe haben. Dazu zählen Wechselrichter, die Gleichstrom in Wechselstrom umwandeln, aber auch Aufgaben der Steuerung, z.B. automatischer Start von Motorgenerator oder BHKW, übernehmen. Außerdem können moderne Wechselrichter in der Hütte ein Stromnetz aufbauen, das in seiner Qualität dem öffentlichen Netz im Tal entspricht. Zur Leistungselektronik zählen außerdem Gleichrichter, die Wechselstrom in Gleichstrom gleichrichten und Laderegler, welche die Ladung der Batterien regeln.

Laderegler

Laderegler haben allgemein die Aufgabe, das Ladeverfahren zum Aufladen von Akkumulatoren technisch umzusetzen. Sie übernehmen das Batteriemanagement und zeigen in der Regel einige Kenngrößen, wie z.B. die Batteriespannung und den Lade- oder Entladezustand, auf einem Display an. Hauptaufgabe des Ladereglers ist es, das Überladen und Tiefentladen der Akkus zu verhindern. Dies erfolgt im einfachsten Fall durch eine Begrenzung der Ladespannung. Bessere Laderegler sind auch in der Lage, die aktuelle Batterieladekapazität sehr genau über eine Ampere-Stundenbilanz (Vergleich Ladestrom zu Entladestrom), die Batteriespannung und eine Temperaturkorrektion zu berechnen. Häufig kann direkt an den Ladereglern auch eine Gleichstromlast angeschlossen werden.

Neueste MPPT-Laderegler (Maximum Power Point-Tracking) sind in der Lage, die Leistung des PV-Generators optimal auszunutzen. MPP-Tracking bedeutet, dass sich der Laderegler jederzeit, trotz wechselnden Strahlungs- und Temperaturverhältnissen, auf den maximalen Leistungspunkt des PV-Generators einstellt und so, speziell bei niederen Umgebungstemperaturen wie sie auf Schutzhütten in den Hochlagen und im Winter vorkommen, eine um ca. 30% höhere Energieausbeute ermöglicht. Allerdings muss ein Laderegler mit einem geringen Eigenverbrauch gewählt werden, damit die höhere Energieausbeute nicht wieder verloren geht. Er ist außerdem mit einem intelligenten Batteriemanagement zu kombinieren, da ansonsten der Mehrertrag nicht genutzt werden kann, wenn im Sommer die Batterien voll sind. Die relativ geringen Mehrkosten für diesen Ladereglertyp sind deshalb eine gute Investition und amortisieren sich, je nach Einsatzfall, in kurzer Zeit.

Wechselrichter

Wechselrichter wandeln Gleichstrom in Wechselstrom um. Sie sind ein zentrales Element im Energieversorgungssystem. Von den 63 Hütten mit Inselanlagen sind 62% mit unidirektionalen Wechselrichtern, 13% mit Kombi-Wechselrichtern und 11% mit bidirektionalen Wechselrichtern ausgestattet. Bei 14% sind keine Wechselrichter vorhanden (vgl. Abbildung 38).

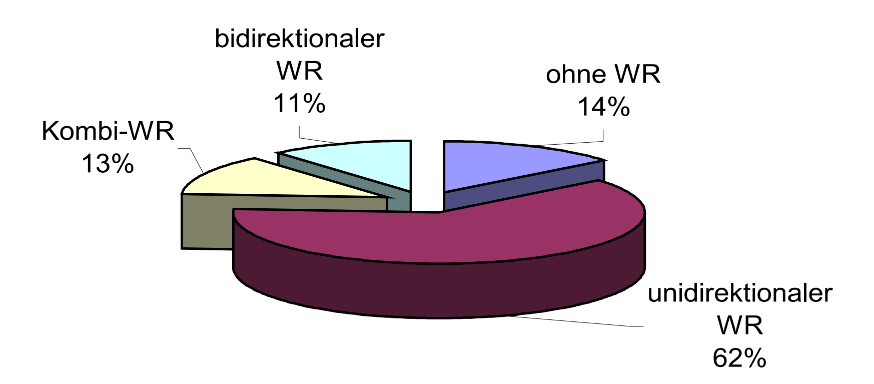


Abbildung 38: Häufigkeit der eingesetzten Wechselrichtertechnologien (WR) in den 63 Hybridsystemen zur Energieversorgung

Unidirektionaler Wechselrichter

Der unidirektionale Wechselrichter ist der älteste Wechselrichtertyp. Er wandelt den Gleichstrom aus der Batterie oder der PV in Wechselstrom um. Die Ladung der Batterien übernimmt ein zusätzliches Ladegerät.

Kombiwechselrichter

Der Kombiwechselrichter entstand aus der Anforderung, die Batterien auch von einem AC-Versorger (Bsp.: Aggregat) laden zu können. Dieser Typ kombiniert ein Ladegerät zur Batterieladung mit einem Wechselrichter. Siehe dazu auch die Beschreibung des Gleichstrom dominierten Hybridsystems (DC/AC-System) in Kapitel 3.2.2.9 "Darstellung der Stromerzeugungssysteme".

Bidirektionaler Wechselrichter

Der bidirektionale Wechselrichter ist der jüngste Wechselrichtertyp und ermöglicht einen modularen und flexiblen Aufbau eines Stromversorgungssystems, bei dem alle Komponenten auf Erzeuger- und Verbraucherseite AC-seitig gekoppelt sind. Das Netz, das durch den bidirektionalen Inselwechselrichter aufgebaut wird, entspricht in Qualität, Dynamik und Regeltechnik dem öffentlichen Verbundnetz. Siehe dazu auch Beschreibung des Wechselstrom dominierten Hybridsystems (AC/DC-System) in Kapitel 3.2.2.9 "Darstellung der Stromerzeugungssysteme".

Mit Hilfe von integrierten Relais ist ein Last-/Zeitmanagement ohne eine externe Steuerung möglich. So kann z.B. der Warmwasserpufferspeicher nachgeheizt werden, sobald ein Stromüberangebot besteht. Die Regelung der Stromerzeuger (PV und BHKW) übernimmt der Inselwechselrichter mit Hilfe einer Frequenzsteuerung. Durch die Anhebung bzw. Absenkung der Netzfrequenz zwischen 48 und 52 Hz wird die Leistung der Photovoltaikanlage automatisch so geregelt, dass der PV-Strom optimal genutzt wird.

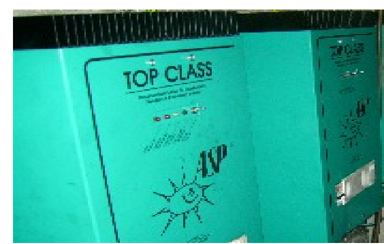


Abbildung 40: unidirektionaler Wechselrichter



Abbildung 39: bidirektionaler Wechselrichter

Das innovative Batteriemanagement des Inselwechselrichters führt verschiedene Ladeverfahren (Normal-, Voll- und Ausgleichsladung) automatisch durch, um die Leistungsfähigkeit der Batterien optimal zu erhalten und damit eine lange

Lebensdauer zu erreichen. In Abbildung 39 und Abbildung 40 sind Wechselrichter unterschiedlicher Hersteller und Technologien dargestellt.

3.2.2.8 Kostenschätzung für die Komponenten einer Stromversorgungsanlage

Die Kostenschätzung kann nur einen Hinweis geben, in welchem Rahmen aktuell die Preise für die einzelnen Komponenten liegen. Die Angaben beruhen auf Ergebnissen aus der Erhebung und aktuellen Marktanalysen. Im konkreten Fall können die Kosten einer geplanten Anlage deutlich von den hier gegebenen Werten abweichen.

Photovoltaik

Der Preis von PV-Anlagen liegt gegenwärtig bei ca. 4000 bis 5500 €/kWp installierter Leistung. Dieser Wert bezieht sich auf eine PV-Anlage unter normalen Bedingungen, einer Dachmontage auf einer Schutzhütte und schließt die Module, Befestigung, Montage und die PV-Wechselrichter bzw. Laderegler mit ein. Hohe Transportkosten durch Hubschrauberflüge sowie die Kosten für einen erhöhten Installationsaufwand durch Montagegestelle aus Edelstahl sind in dem genannten Betrag nicht eingeschlossen.

Während des Betriebs des PV-Generators fallen keine Kosten an. Es wird jedoch dringend empfohlen, die Funktion und Leistung der PV-Anlage, die Wechselrichter und die Laderegler zu überwachen, um mögliche Defekte rechtzeitig zu erkennen. Hierfür können durch einen Wartungsvertrag jährliche Kosten entstehen (vgl. Kapitel 3.7.1 „Energieversorgung – Betrieb und Wartung").

Blockheizkraftwerk (BHKW)

Die Investitionskosten für ein Pflanzenöl-BHKW können aus Abbildung 41 abgelesen werden. Bei einem BHKW mit einer elektrischen Leistung von 10 kW muss also mit reinen Investitionskosten von ungefähr 20.000,- bis 22.000,- € gerechnet werden. Neben den Brennstoffkosten (inklusive Transportkosten) treten beim Betrieb von Motorgeneratoren Kosten für die regelmäßige Wartung des Motors auf. Die korrekte Wartung ist die Voraussetzung für einen langen und störungsfreien Betrieb und sollte deshalb trotz der Kosten von einer Fachfirma im Rahmen eines Wartungsvertrags durchgeführt werden.

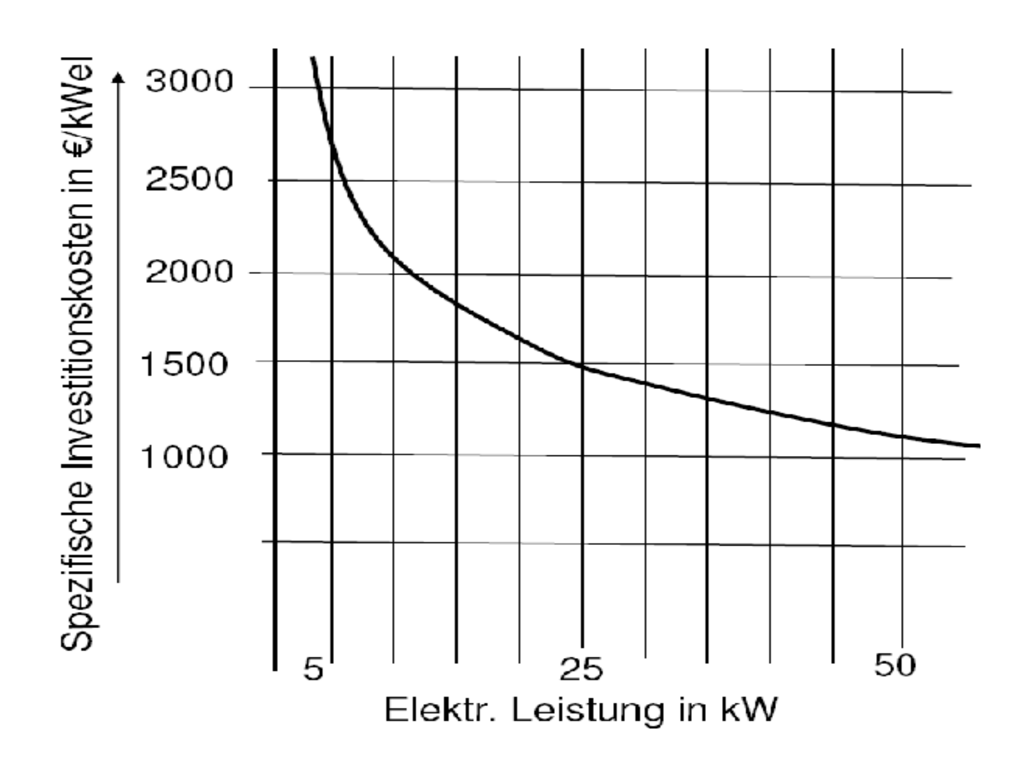


Abbildung 41: Leistungsabhängige spezifische Investitionskosten für Pflanzenöl-BHKW [53]

Bei einem Gas-BHKW liegen die Kosten um ca. 10% höher als bei einem Pflanzenöl BHKW mit der gleichen Leistung.

Wasserkraftnutzung

Die Kosten für ein Wasserkraftwerk unterscheiden sich, abhängig von der eingesetzten Kraftwerkstechnologie und des notwendigen Wasserbaus, sehr stark. Für eine Peltonturbine mit Generator in einem frequenz- und spannungsgeregelten Kleinwasserkraftwerk und einem Leistungsspektrum von 5 bis 20 kW kann von Kosten von 1500,- bis 3500,- €/kW installierter Leistung ausgegangen werden. Für notwendige Wasserbaumaßnahmen kann das ein- bis dreifache dieser Kosten anfallen.

Windkraftnutzung

Für kleine Windkraftanlagen können die Kosten, abhängig von der eingesetzten Technologie sowie dem Installationsaufwand, sehr stark variieren. Die Angaben in Tabelle 10 sollten deshalb lediglich als eine grobe Orientierung verwendet werden. Sie enthalten außerdem keine Kosten für die Montage, welche unter Umständen deutlich über den Kosten für die Windkraftanlage liegen können.

Tabelle 10: Kosten für Windkraftanlagen

Anlagenteil	Kosten
Turbine	1500 € bis 5000 € je kW
Windkraftregler	1200 € bis 2500 €
Mast	1000 € bis 2500 €

Batterien

Die Kosten für Blei-Flüssig-Batterien sind etwas geringer als für Blei-Gel-Batterien, wobei sich der Unterschied in den letzten Jahren verkleinert hat (vgl. Tabelle 11). Werden die Kosten für unbedingt notwendige Rekombinatoren zur Reduktion der Ausgasung beziehungsweise einer Anlage zur aktiven Belüftung der Akkus zur Vermeidung der Säureschichtung bei Blei-Flüssig-Batterien addiert, können Blei-Gel-Batterien zum Teil bereits günstiger angeboten werden.

Tabelle 11: Kostenvergleich Blei-Gel- zu Blei-Flüssig-Batterien

Batterietyp	Kosten
Blei-Gel-Batterien	200,- bis 250,- €/kWh Energiegehalt
Blei-Flüssig-Batterien	180,- bis 250,- €/kWh Energiegehalt inklusive Rekombinatoren

Inselwechselrichter

Bidirektionale Wechselrichter kosten gegenwärtig etwa 700,- bis 1000,- €/kW installierter Leistung. Ein Inselwechselrichter mit 5 kW elektrischer Dauerleistung kostet so z.B. etwa 4000,- bis 5000,- €. Unidirektionale Wechselrichter liegen im Preis zum Teil erheblich darunter.

3.2.2.9 Darstellung der Stromerzeugungssysteme

Die meisten Hütten in den Alpen sind auf Grund ihrer Extremlage nicht an das Stromverbundnetz angeschlossen. Lediglich 24 der 100 untersuchten Hütten verfügen über einen Anschluss an das öffentliche Stromversorgungsnetz. Für die Mehrheit der Hütten bilden Inselsysteme die einzige Alternative, die abhängig vom Bedarf den Strom direkt dort erzeugen, wo er auch verbraucht wird. 12 Hütten sind mit einem monovalenten und 64 mit einem hybriden System ausgestattet (vgl. Abbildung 42).

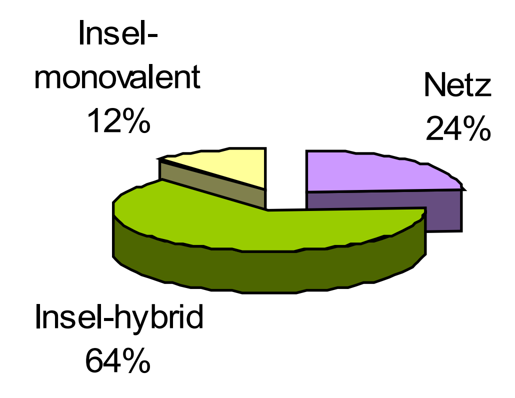


Abbildung 42: Übersicht über die Stromversorgungssysteme der 100 untersuchten Hütten

Netzgekoppelte Systeme

Durch die Entfernung der Hütten zum Verbundnetz im Tal ist es in der Regel notwendig, an der Stromabnahmestelle im Tal und vor der Hütte jeweils einen Trafo zu installieren, um die weite Strecke in Mittelspannung zu überbrücken. Dadurch können die Leitungsverluste ausreichend reduziert werden. Durch die Verluste in den Trafos, und in kleinerem Umfang den ohmschen Leitungsverlusten, erhöht sich der Strombezug aus dem Netz im Vergleich zum eigentlichen Strombedarf der Hütte deutlich. Dadurch verteuert sich die Stromversorgung erheblich. Deshalb ist es auch in einem netzgekoppelten System und mit dem Luxus der unbegrenzten Strommenge wichtig, eine rationelle Energienutzung zu etablieren und alle Möglichkeiten der Energieeinsparung auszunutzen.

Inselsysteme

Monovalente Systeme

In einem monovalenten Stromversorgungssystem deckt ausschließlich ein Stromerzeuger mit einem Energieträger den gesamten Strombedarf der Hütte. Es muss jedoch zwischen Anlagen mit und ohne Energiespeicher unterschieden werden.

Ohne Energiespeicher: Die Verbraucher sind direkt mit dem Stromerzeuger gekoppelt. Strom steht nur bei Betrieb des Erzeugers zur Verfügung.

Mit Energiespeicher: Wird das System mit einem Energiespeicher kombiniert, kann bei einem Stromüberangebot, aus dem Betrieb des Stromerzeugers, elektrische Energie in den Batterien eingelagert werden, die dann in Zeiten, in denen der Erzeuger außer Betrieb ist, die Energie zur Versorgung der Hütte bereitstellt. Erfolgt die Steuerung des Systems durch einen bidirektionalen Inselwechselrichter, können, gespeist aus Batterien und laufendem Stromerzeuger, auch Lasten bis zur Summe der Maximalleistung des Stromerzeugers und der Leistung des Wechselrichters abgedeckt werden.

Monovalentes Gleichstromsystem – DC-System – mit Batterien

Bei DC-gekoppelten Systemen sind alle Verbraucher (z.B. Lampen) und Erzeuger auf der DC-Ebene verbunden (vgl. Abbildung 43).

Vorteile dieses Systemkonzepts sind die geringen Kosten für ein System. Nachteilig ist insbesondere die geringe Systemleistung und die sehr eingeschränkte Nutzbarkeit, denn es können ausschließlich spezielle Gleichstromverbraucher verwendet werden, die häufig teurer sind als vergleichbare Wechselstromgeräte. Zudem sind diese Systeme nur mit großem Aufwand nachträglich erweiterbar.

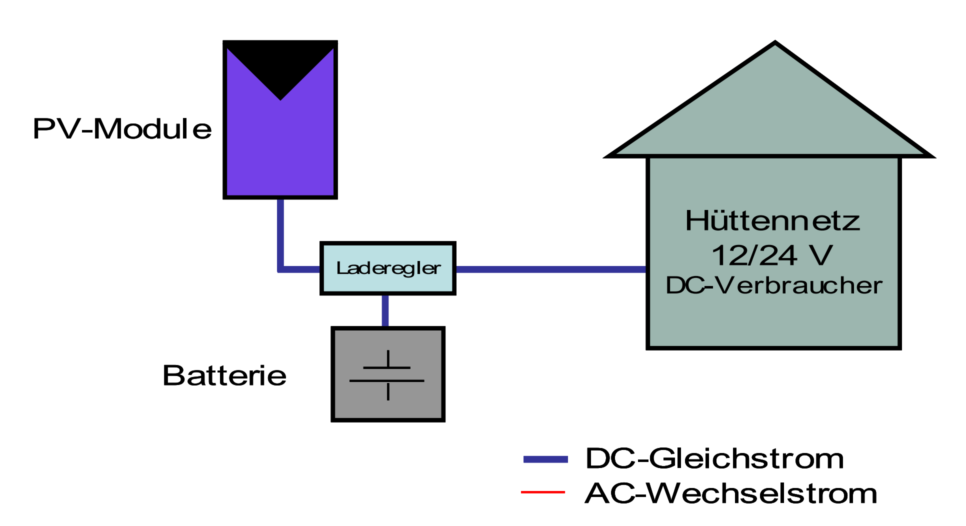


Abbildung 43: DC-Kopplung der PV-Anlage zur Versorgung der Gleichstromverbraucher in einem monovalenten Gleichstromsystem

Monovalentes Wechselstromsystem – AC-System – ohne Batterien

Bei AC-gekoppelten Systemen steht Wechselstrom nur zur Verfügung, so lange der Generator in Betrieb ist und im Umfang seiner momentanen Leistung Strom zur Verfügung stellt (vgl. Abbildung 44). Versorgungssicherheit, Stromspannung, Frequenz und gleich bleibende Leistung hängen direkt vom Stromerzeuger ab. (Typische Anlagen sind größere Wasserkraftwerke und kleinere Hütten mit alleiniger Stromversorgung über einen Motorgenerator.)

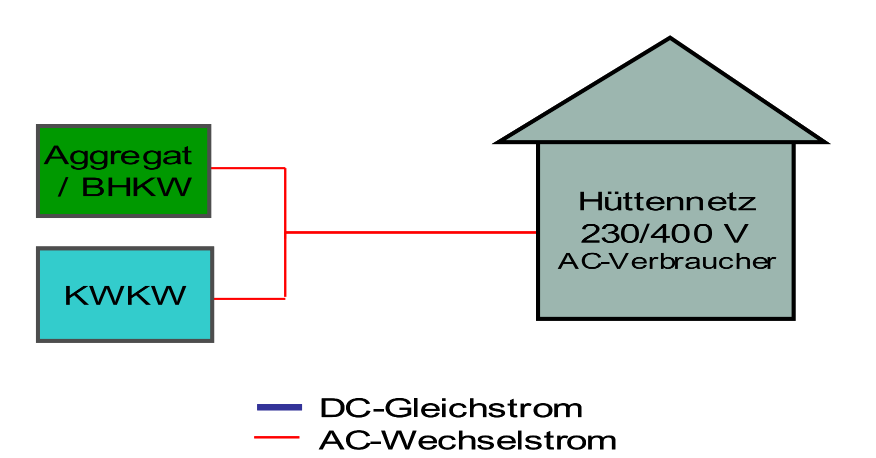


Abbildung 44: Direkte AC-Kopplung der Stromerzeuger mit den Verbrauchern im reinen Wechselstromsystem

Hybridsysteme

Hybrid kommt aus dem Griechischen und bedeutet „verschieden". In einem Hybridsystem wirken verschiedene Energieerzeuger zusammen, z.B. Photovoltaik- und Motorgenerator. Es hat sich gezeigt, dass diese Kombination bei einem redundanten Aufbau sowohl wirtschaftlich, als auch bei der Versorgungssicherheit und Versorgungsqualität einer alleinigen Versorgung durch einen Motorgenerator weit überlegen ist [22]. Voraussetzung ist allerdings der Einsatz eines Energiespeichers, der bei einem Überangebot die elektrische Energie speichern kann, um sie wieder abzugeben, sobald die Last höher ist, als das Angebot der Energiewandler.

Gleichstrom dominiertes Hybridsystem, DC-AC-System

Diese Technologie entstand aus den Anforderungen, AC-Verbraucher (mittlerer Leistungsbereich) mit DC-Erzeugern zu koppeln und außerdem die Batterie über ein auf der AC-Seite gekoppeltes Verbrennungsaggregat aufladen zu können. Zudem können die Verbraucher auch direkt vom AC-Generator versorgt werden (vgl. Abbildung 45). Kernstück einer solchen Anlage ist ein sogenannter Kombiwechselrichter, der einen Gleichrichter zur Batterieladung und einen Wechselrichter in einem Gerät vereint.

Dieser Anlagentyp wurde in der Vergangenheit häufig für einphasige autonome AC-Stromversorgungen im Leistungsbereich unterhalb von 30 kW eingesetzt. Nachteile sind die aufwändigen DC-Verkabelungen, der hohe Aufwand für Planung und

Auslegung dieser Systeme, die eingeschränkte Erweiterbarkeit und, sobald die Einzelkomponenten nicht vom selben Hersteller stammen, die schwierige Regelungstechnik.

Für Wechselrichterleistungen bis 2 kW ist dieses Systemkonzept häufig preisgünstiger, als das im Folgenden beschriebene AC-gekoppelte System.

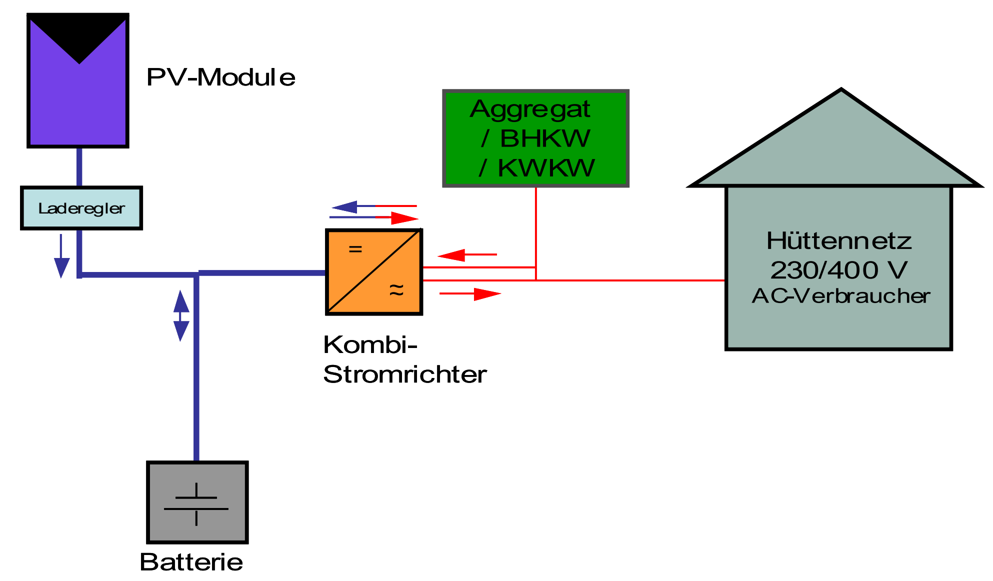


Abbildung 45: DC-Kopplung der PV-Anlage mit Kombiwechselrichter im Gleichstrom dominierten Hybridsystem

Wechselstrom dominiertes Hybridsystem – AC-DC-System

Bei den modularen AC-gekoppelten Systemen werden alle Verbraucher und Erzeuger auf der AC-Seite verbunden (vgl. Abbildung 46). Dadurch können flexible, erweiterbare Stromversorgungssysteme einfach geplant und mit Standard-Installationsmaterial, das auch in herkömmlichen Wechselspannungsnetzen eingesetzt wird, aufgebaut werden. Außerdem kann das System durch zusätzliche Komponenten oder konventionelle Stromerzeugungsaggregate einfach erweitert und damit dem wachsenden Energiebedarf angepasst werden.

Erfolgt in Zukunft eventuell ein Anschluss der Hütte an ein öffentliches Stromnetz, ist die eingebrachte Investition nicht verloren. Bei entsprechender Funktionalität der Stromrichter und Verbrennungsaggregate solcher AC-gekoppelten Inselnetze, kann der erzeugte Strom verkauft und in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Zusätzlich kann die Inselanlage bei Netzausfall als Backup-System die Versorgung jederzeit wieder übernehmen und erhöht dadurch die Versorgungssicherheit.

Herzstück eines AC-gekoppelten Systems ist der bidirektionale Inselwechselrichter, der für eine gleich bleibend gute Spannungsqualität auf dem AC-Bus und damit für eine „saubere Schnittstelle“ für alle angeschlossenen Komponenten sorgt. Er gewährleistet zu jedem Zeitpunkt das Gleichgewicht von erzeugter und verbrauchter Leistung. Im Falle eines Überschusses von erzeugter Leistung speichert er diese in den Batterien.

Der Leistungsbereich dieser Inselsysteme reicht von einigen kW bis hin zu über 50 kW und kann ein- oder dreiphasig realisiert werden. Wie oben beschrieben, verfügt das modulare System über eine Reihe von Vorteilen hinsichtlich der Anlagenplanung und des Aufbaus (Design, Installation, Erweiterbarkeit und Kompatibilität) und senkt gleichzeitig die spezifischen Systemkosten.

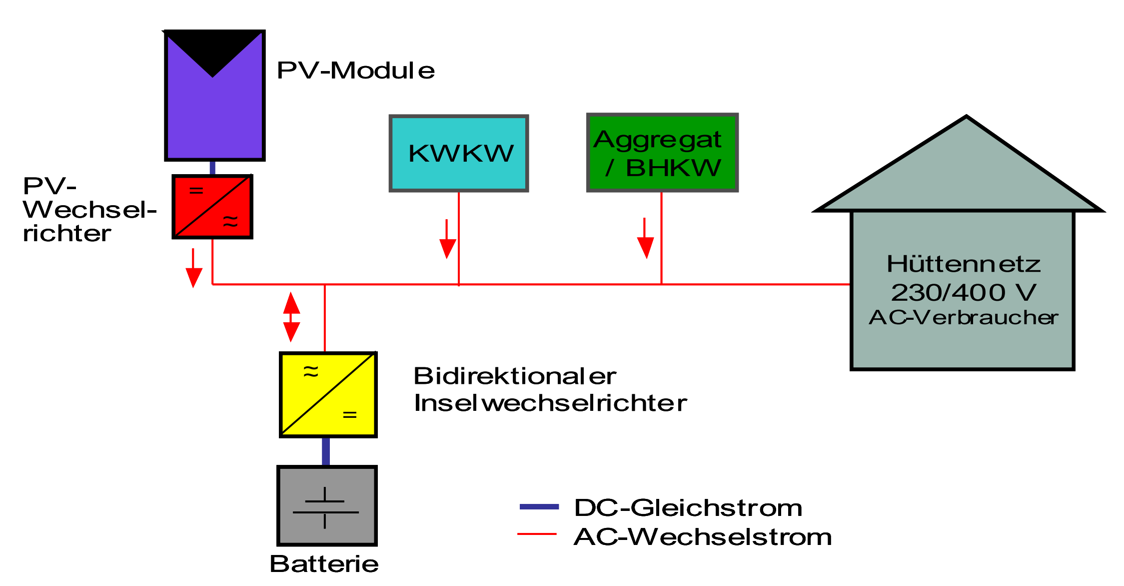


Abbildung 46: Wechselstrom dominiertes Hybridsystem mit AC-Kopplung aller Komponenten

3.2.2.10 Beschreibung der Wärmebereitstellungssysteme

Wärmebedarf

In Abbildung 47 ist eine Übersicht der Ausstattungsvarianten der untersuchten Hütten im Wärmebereich zusammengestellt. Fast alle Hütten benötigen Warmwasser und haben mindestens eine Dusche, die zum Teil nur dem Hüttenpersonal zur Verfügung steht. 38% der Hütten sind zusätzlich auch noch mit einer Zentralheizung ausgestattet.

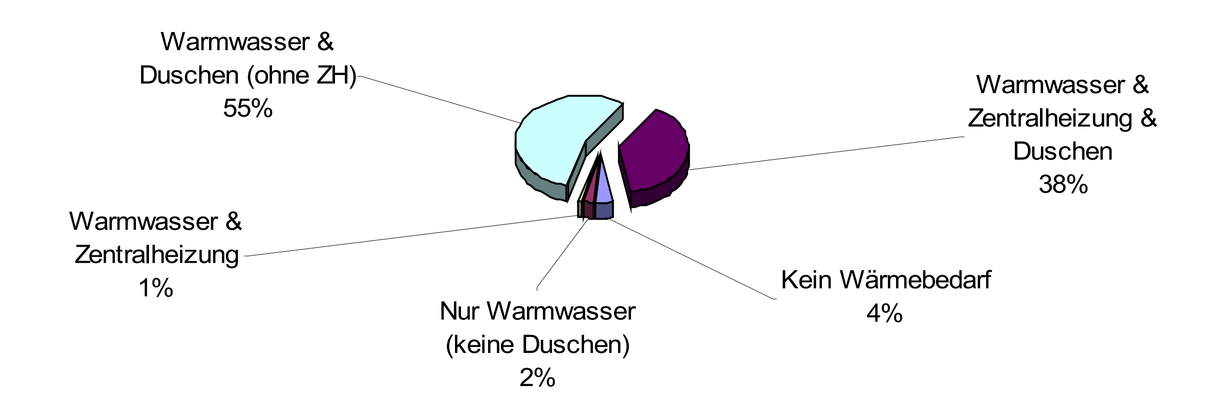


Abbildung 47: Übersicht der Ausstattungsvarianten im Wärmebereich

Wärmelieferanten

Gas und Holz sind die Energieträger, die am häufigsten auf den 100 Hütten der Evaluierung verwendet werden (vgl. Abbildung 48).

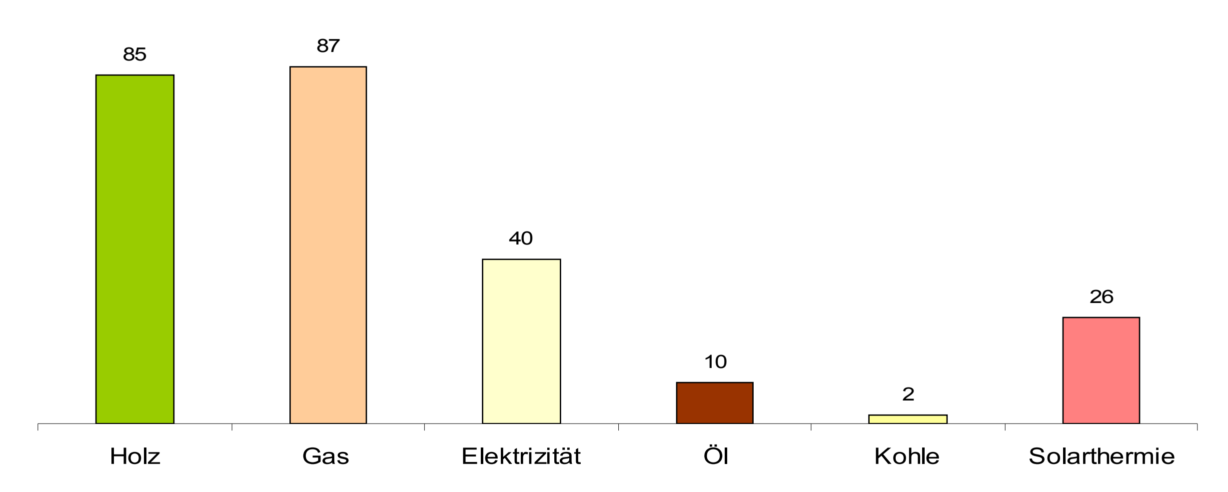


Abbildung 48: Einsatz von Energieträgern zur Wärmeversorgung (Raumwärme, Kochen, Warmwasser)

Auf 10 Hütten wird noch Heizöl, vor allem in Einzelöfen, eingesetzt. Lediglich auf 2 Hütten gibt es eine Zentralheizung mit Ölbrenner. In Abbildung 49 sind die Wärmeerzeuger nach den verwendeten Energieträgern zusammengestellt.

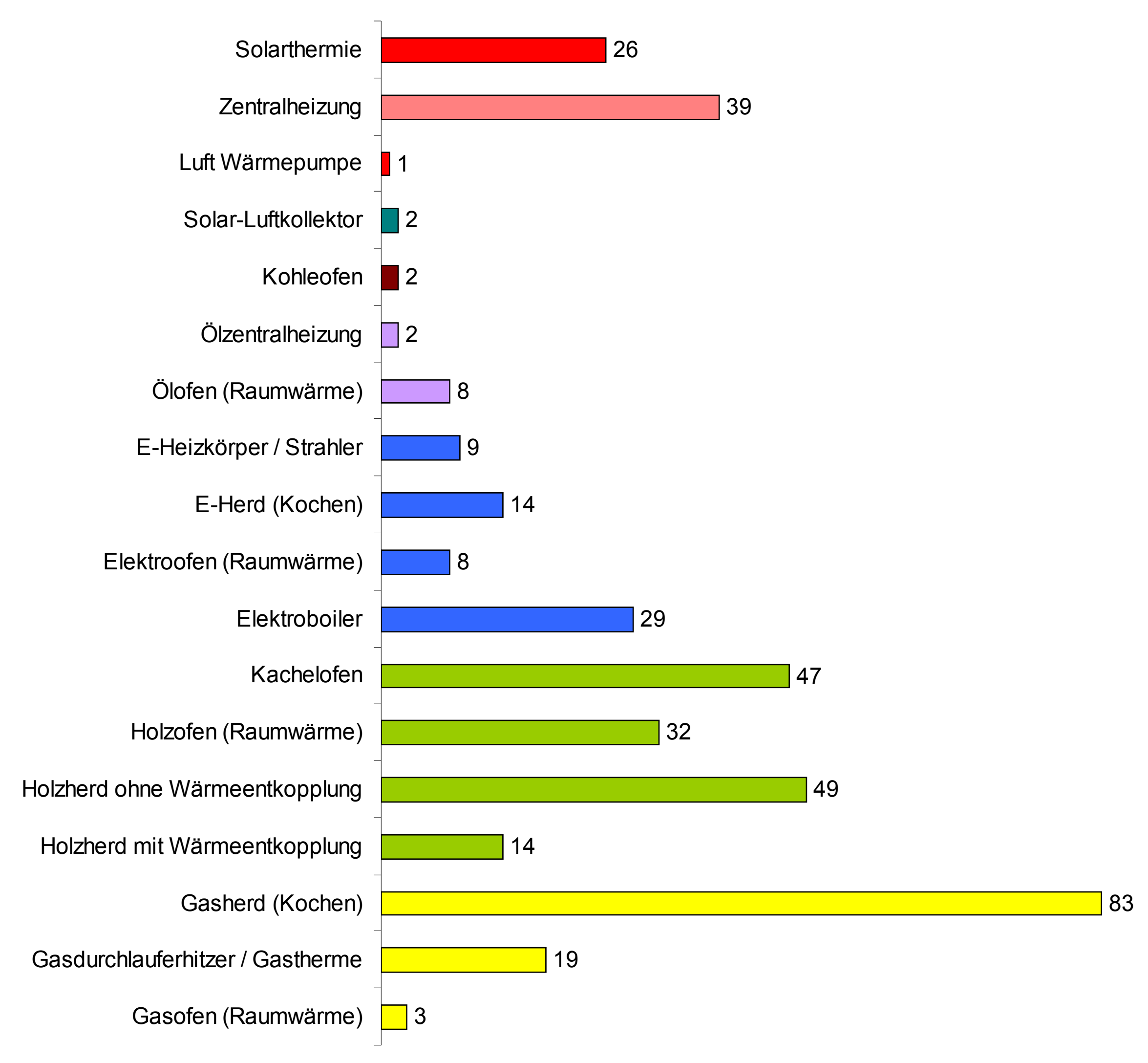


Abbildung 49: Übersicht der vorhandenen Wärmeerzeuger

Auf insgesamt 63 Hütten wird noch mit einem Holzherd gekocht, wobei nur bei 14 Herden ein Wärmetauscher zur Warmwassererzeugung eingebaut ist. Auf 40 Hütten wird Elektrizität zur Wärmebereitstellung eingesetzt. Am häufigsten wird Strom zur Warmwasserbereitung in einem Elektroboiler verwendet. Deutlich energieeffizienter bei der Wärmeerzeugung ist die Verwendung von Gas. Die Verwendung von Gasherden auf 83 Hütten zeigt, das dies die sinnvollste Variante darstellt.

Auf 26 Hütten sind solarthermische Anlagen installiert. Ein thermischer Solarkollektor sammelt die im Sonnenlicht enthaltene Energie, womit in der Regel ein flüssiges Übertragungsmedium (Heizwasser) aufgeheizt wird. Es wird nahezu das gesamte Strahlungsspektrum des Sonnenlichtes bei einem Wirkungsgrad von 60% bis 75% ausgenützt. Mit Hilfe der Flüssigkeit des Wärmeträgers wird die Wärme aus dem Kollektor abgeführt und z.B. über einen Wärmetauscher an ein Speichermedium übergeben oder direkt als Prozesswärme, z.B. als Warmwasser, verwendet. Neben

der Warmwasserbereitstellung kann mit Hilfe von Solarkollektoren auch die Heizung unterstützt werden.

Bei den auf 2 Hütten vorhandenen Solar-Luft-Kollektoren wird anstatt der Flüssigkeit, Luft als Wärmeträger eingesetzt. Die im Kollektor erwärmte Luft wird mit Hilfe eines Ventilators direkt in die Hütte eingeblasen. Die Stromversorgung des Ventilators kann autark, z.B. durch ein im Kollektor integriertes PV-Modul, erfolgen. Somit ist der Solar-Luft-Kollektor eine einfache und unkomplizierte Variante zum Temperieren und Lüften einer Hütte mit Hilfe der Sonne. Ein Speicher ist in diesen Systemen i. d. R. nicht vorgesehen, sodass bei Schlechtwetter keine Warmluft zur Verfügung steht.

Wärmerückgewinnung ist ein Sammelbegriff für Verfahren zur Wiedernutzbarmachung der thermischen Energie, die ansonsten z.B. beim Lüften verloren gehen würde. Ziel ist die Reduktion des Heizenergieverbrauchs, z.B. für einen Trockenraum, indem die Frischluftzufuhr die Wärme der Abluft in einem Wärmetauscher übernimmt und somit bereits angewärmt in den Raum bläst.

Wärmespeicherung

Auf Schutzhütten werden zur zeitweisen Speicherung von Wärme fast ausschließlich thermische Flüssigkeitsspeicher eingesetzt. Entsprechend der vorgesehenen Wärmenutzung bieten sich folgende Speicherkonzepte an:

- bivalente Speicher (ausschließlich zur Warmwasserbereitung)
- Kombispeicher mit interner oder externer Frischwasserstation (Warmwasserbereitung und Raumheizung)
- Pufferspeicher (ausschließlich zur Raumheizung)

Die Speicher können mit Trinkwasser (zum direkten Verbrauch), Heizungswasser (als Wärmetransport zum Heizkreis) oder Wasser mit ca. 40% Propylenglykol (zum frostsicheren Wärmetransport z.B. vom Kollektorkreis) befüllt werden. Die Leistungsfähigkeit des Speichers hängt von folgenden, nach ihrer Wichtigkeit geordneten, Faktoren ab:

- gute Speicherisolierung (inkl. Anschlüsse)
- Bereitschaftsteil auf möglichst niedriger Temperatur
- korrekte Speicherdimensionierung
- Art der Einleitung der Wärme mit Schichtbeladung

Die Erwärmung der Speicherflüssigkeit wird sowohl über Solarkollektoren, BHKW, Heizbrenner oder Holzherd bzw. Holzofen erreicht. Häufig besteht auch eine elektrische Nachheizmöglichkeit über integrierte Heizpatronen.

Die Speicherkapazität liegt bei Hütten mit einer Zentralheizung im Median vier mal höher als bei Hütten, die lediglich einen Bedarf an Warmwasser an Wasserhähnen und Duschen haben (vgl. Abbildung 50).

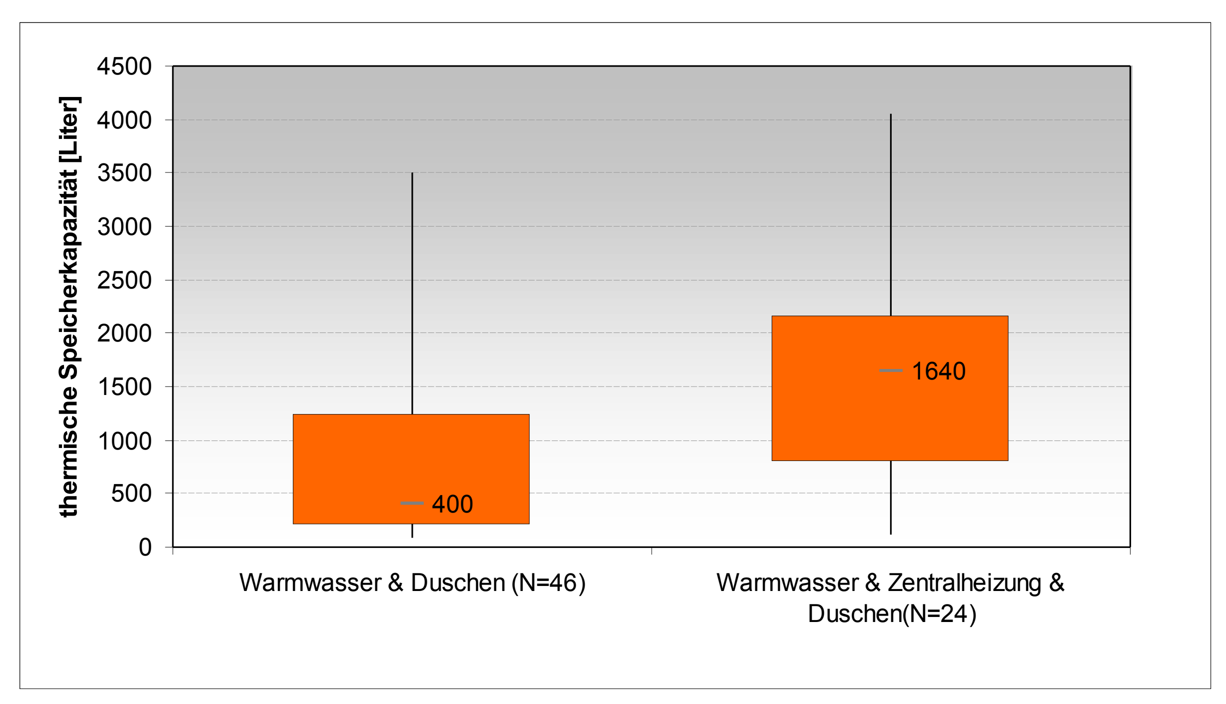


Abbildung 50: Größe des thermischen Speichers in Bezug auf die Ausstattungsvarianten der Wärmenutzer

3.2.3 Empfehlungen für die Optimierung von Ver- und Entsorgungsanlagen

Im Sinne der Wirtschaftlichkeit, des Umweltschutzes und auf Grund steigender Preise für fossile Energieträger sowie der Strombezugskosten aus dem öffentlichen Netz, gilt für die Energieversorgung auf Schutzhütten um so mehr:

- Der Einsatz von erneuerbaren Energien, gekoppelt mit Maßnahmen zur Energieeinsparung, ist eine stabile, komfortable, ökologische und wirtschaftliche Form der Energieversorgung.

- Die Steigerung der Energieeffizienz senkt nachhaltig die Betriebskosten. Damit werden Maßnahmen zur energetischen Sanierung einer Hütte, zum Ersatz von alten „Stromfressern“ sowie zur Erneuerung und Optimierung der Stromversorgungsanlagen getroffen; Investitionen, die sich rechnen.
- Die Verwendung von erneuerbaren Energien und nachwachsenden Rohstoffen senkt den CO_2-Ausstoß und ist damit ein wertvoller Beitrag zum Klimaschutz und zum Schutz der Berge.

Energieeffizienz bedeutet auch, dass der Energiegehalt des eingesetzten Primärenergieträgers optimal ausgenutzt werden muss. Deshalb ist die Anwendung der Kraftwärmekopplung von BHKW, die mit CO_2 neutralem Pflanzenöl betrieben werden, als Alternative zu Dieselaggregaten unbedingt zu empfehlen. Energieeinsparmaßnahmen und Reduzierung der Anlagenverluste sind weitere Notwendigkeiten, um den hohen und teuren Energieeinsatz auf Schutzhütten zu verringern.

Im Kapitel 5 Allgemeines Ablaufschema Planung und Errichtung sind in Kurzform die Planungsschritte für eine neue Energieversorgungsanlage zusammengestellt. Als Anleitung kann auch der „Planungsleitfaden für Energiekonzepte von Berghütten“ der DBU und des Fraunhofer ISE aus 2002 verwendet werden, der in seiner Struktur bis heute Gültigkeit hat [24].

3.2.3.1 Abschätzung des Strombedarfs

In Abbildung 51 ist zu erkennen, dass der notwendige Gesamtenergieeinsatz zur Versorgung einer Schutzhütte mit ihrer Größe zunimmt[10]. Der Strombedarf einer Hütte lässt sich hierüber nicht abschätzen. Dies ist jedoch mit Hilfe des Zusammenhangs zwischen Gästezahlen und dem Anschlusswert der elektrischen Geräte auf der Hütte möglich [22].

---

[10]Hüttengröße: klein EW_{60} ≤50; mittel EW_{60} 51-100; groß EW_{60} 101-150; sehr groß EW_{60} >150; Definition EW_{60} vgl. Glossar

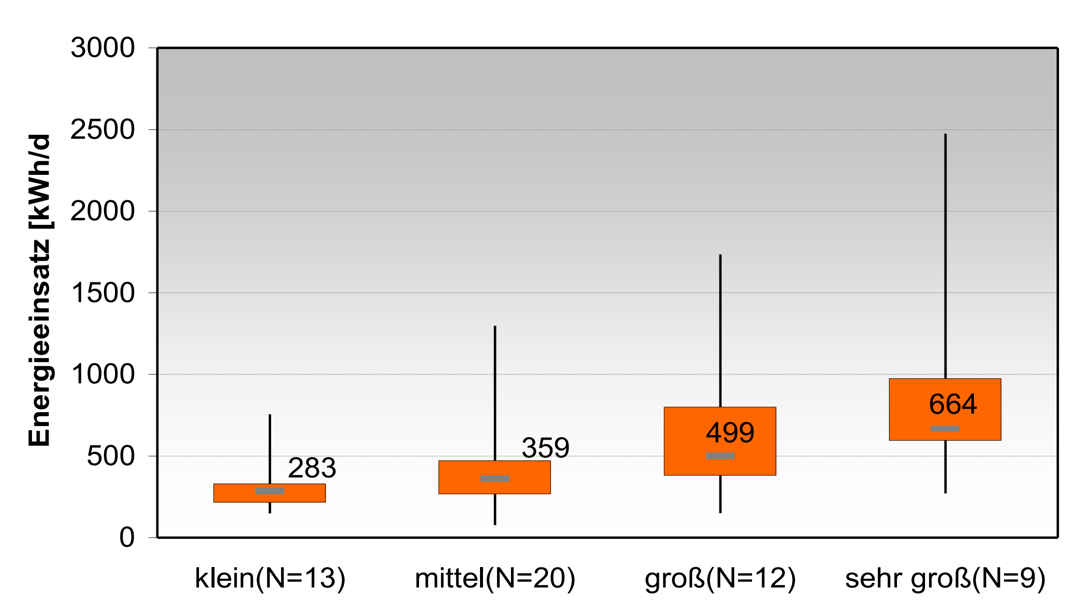


Abbildung 51: Mittlerer Gesamtenergieeinsatz pro Tag bei Hütten mit Saisonbetrieb gruppiert nach Hüttengröße (N=54)

Bei 37 Hütten aus der Erhebung konnte dieser Zusammenhang zwischen Gästezahlen, ausgedrückt über den EW_{60}-Wert und der Stromerzeugung, berechnet werden. Der Trend, dass die Stromerzeugung und somit der Strombedarf einer Hütte linear mit dem EW_{60}-Wert ansteigt, entspricht den Ergebnissen der Untersuchungen des Fraunhofer ISE Freiburg 2000 [22]. Dieser lineare Zusammenhang von Gästezahlen und Stromerzeugung kann als Faustformel zur Abschätzung des durchschnittlichen täglichen Strombedarfs der Hütte bei bekannten EW_{60} verwendet werden[11] (vgl. Abbildung 52).

[11]Das Bestimmtheitsmaß R^2 gibt Auskunft darüber, wie gut die Regressionsgerade die Punktewolke abbildet. Bei $R^2 = 1$ besteht ein perfekter linearer Zusammenhang (alle Punkte liegen auf der Geraden). Bei $R^2 = 0$ besteht kein linearer Zusammenhang.

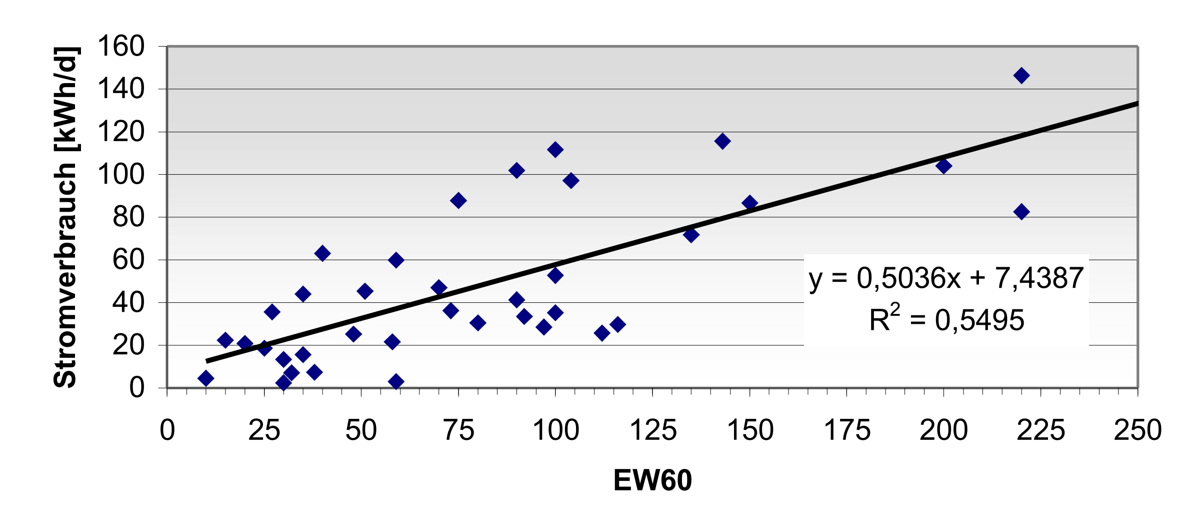


Abbildung 52: Zusammenhang Gästezahlen, ausgedrückt über EW_{60}, mit der Stromerzeugung von Hütten mit Sommerbetrieb

Der Strombedarf einer Hütte hängt, außer von den Gästezahlen, auch von der Anschlussleistung der elektrischen Geräte auf der Hütte ab (Abbildung 53). Dadurch kann der Strombedarf ebenso bei bekannter Anschlussleistung mit Hilfe der Ausgleichsgeraden abgeschätzt werden.

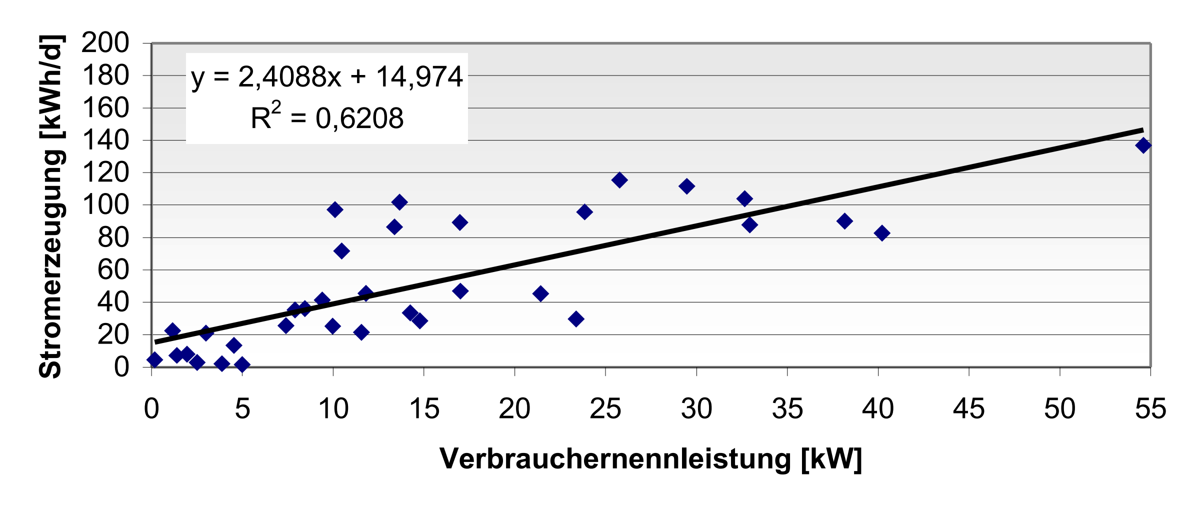


Abbildung 53: Zusammenhang Stromerzeugung zur Anschlussleistung der Verbraucher auf 34 Hütten

Liegt die Hütte bei beiden Zusammenhängen unter der Ausgleichsgeraden, kann davon ausgegangen werden, dass sich der Strombedarf der Hütte in einem energieeffizienten und angemessenen Bereich befindet. Liegt sie oberhalb der Ausgleichsgeraden, muss über Energiesparmaßnahmen nachgedacht werden. Durch unvermeidliche Großverbraucher wie Seilbahnmotor, Kläranlage oder Trinkwasserpumpe, kann eine Hütte, trotz Stromsparmaßnahmen, einen erhöhten

Strombedarf aufweisen. Deshalb ist es notwendig, in jedem Einzelfall den Strombedarf individuell über detaillierte Strombedarfsberechnungen zu kalkulieren. Die Verwendung der Faustformel kann lediglich eine erste Abschätzung und Einordnung ermöglichen.

3.2.3.2 Vergleich der Stromerzeugungssysteme nach Energieeffizienz

Die Erhebungsdaten von 100 Hütten aus der Evaluierung ermöglichen es, die vorhandenen Energieversorgungssysteme hinsichtlich ihrer Energieeffizienz, Nutzerzufriedenheit, Versorgungsqualität sowie der ökologischen Auswirkungen und Stromkosten zu vergleichen und Empfehlungen für die zukünftige Planung, Errichtung und Optimierung von Anlagen abzuleiten. Es kann jedoch kein allgemeingültiges Rezept für die perfekte Stromversorgungsanlage gegeben werden. Vielmehr muss für jede Hütte, unter ihren spezifischen Bedingungen, ein individuelles hybrides Versorgungskonzept erstellt werden, bei dem die Ausgewogenheit der Stromerzeuger und eine optimale Abstimmung auf den Verlauf des Strombedarfs angestrebt werden muss.

Als Kriterium für die Energieeffizienz eines Stromversorgungssystems gilt das Verhältnis von Stromerzeugung zu tatsächlichem Verbrauch durch elektrische Geräte. Die Differenz wird sowohl durch den Eigenverbrauch der Systemkomponenten wie auch durch Systemverluste verursacht. In Abbildung 54 sind die gesamten Systemverluste von 20% bis 40% im DC-AC-System nach ihren Entstehungsorten aufgegliedert. Im Bereich der PV-Anlage können Verluste von 10% bis 30% auftreten, die z.B. durch Mismatching (PV-Generator arbeitet nicht in seinem maximalen Leistungspunkt) verursacht werden. Kann der Strom aus dem PV-Generator nicht mehr abgenommen werden, da die Batterien bereits voll sind oder das Aggregat läuft, dann wird der PV-Generator abgeregelt und der theoretisch nutzbare PV-Strom geht verloren.

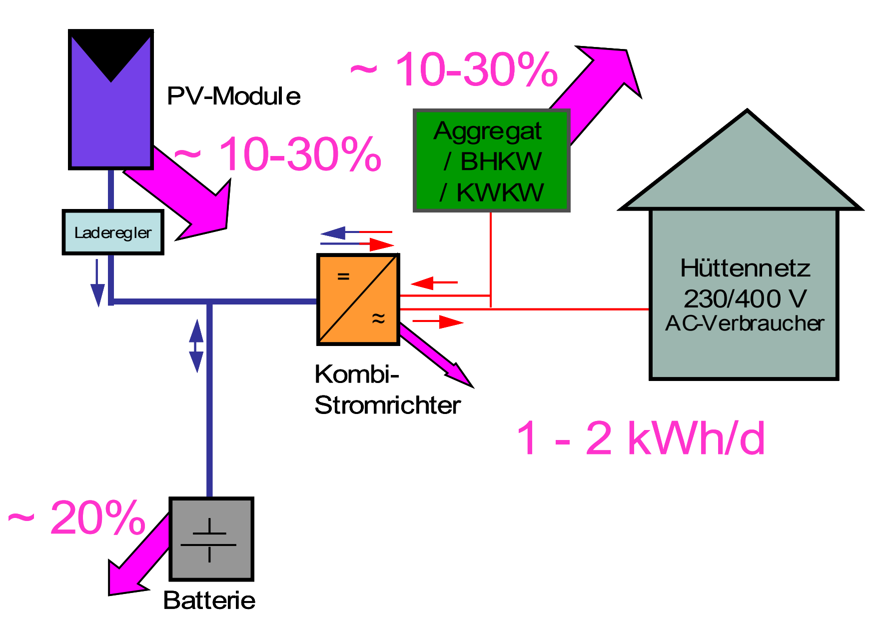


Abbildung 54: Elektrische Systemverluste und Eigenverbrauch am Beispiel eines 3-phasigen DC-AC-Systems

Außerdem kommt es in diesem System häufig vor, dass das Aggregat nur in einem geringen Teillastbereich betrieben wird, wodurch der Wirkungsgrad des Aggregates deutlich absinkt und Verluste von bis zu 30% verursacht.

Im AC-DC-System belaufen sich die durchschnittlichen Systemverluste insgesamt nur auf 15% bis 25% (vgl. Abbildung 55). Die Verbesserung gegenüber dem DC-AC-System wird vor allem durch die AC-Kopplung aller Systemkomponenten erreicht. Der PV-Generator speist über einen PV-Wechselrichter mit MPP-Tracking[12] direkt ins Hüttennetz ein. Der Inselwechselrichter regelt die Gesamtanlage so, dass der PV-Strom vorrangig genutzt wird. Das Last- und Batterielademanagement des bidirektionalen Inselwechselrichters ermöglicht auch, dass das BHKW oder Aggregat hauptsächlich im optimalen Wirkungsbereich, und dadurch mit dem maximalen Wirkungsgrad, arbeitet.

[12]MPP-Tracking (Maximum Power Point-Tracking) bedeutet, dass sich der Wechselrichter jederzeit trotz wechselnder Strahlungs- und Temperaturverhältnisse auf den maximalen Leistungspunkt des PV-Generators einstellt und so, speziell bei niederen Umgebungstemperaturen wie sie auf Schutzhütten vorkommen, eine um 30% bis 40% höhere Energieausbeute ermöglicht.

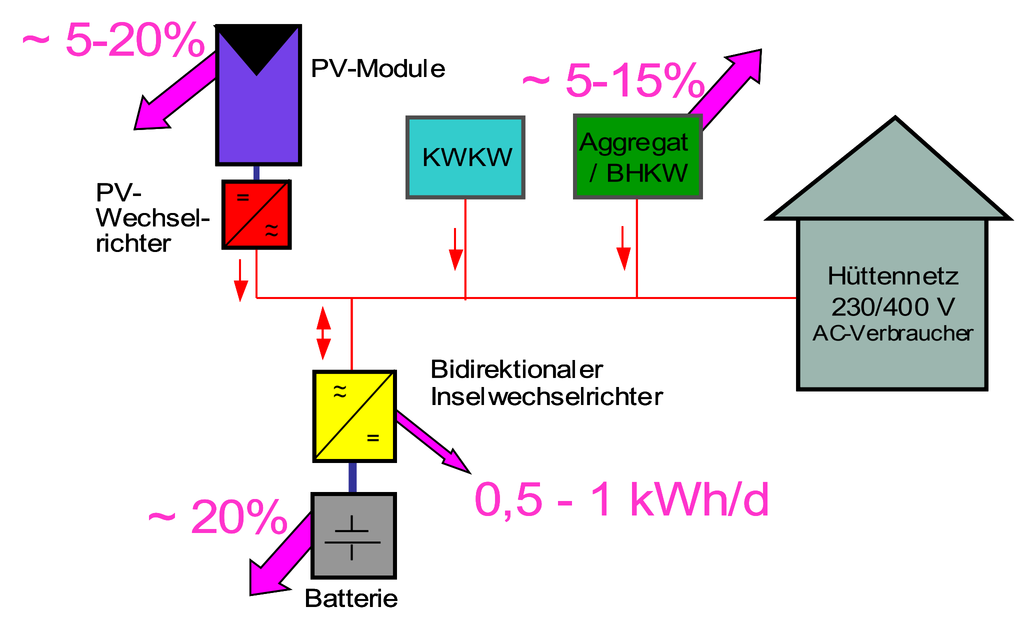


Abbildung 55: Elektrische Systemverluste und Eigenverbrauch am Beispiel eines 3-phasigen AC-DC-Systems

Bei Hütten mit einem hohen Strombedarf tagsüber bei sonnigem Wetter und entsprechender Systemregelung, wird der PV-Strom durch die AC-Kopplung direkt und vorrangig zur Versorgung der Lasten verwendet. Lediglich die überschüssige elektrische Energie wird in die Batterien eingespeist, wodurch diese entlastet werden. In Verbindung mit dem MPP-Tracking des PV-Wechselrichters wird dadurch ein höherer Systemwirkungsgrad erreicht. Bei Systemen mit einem ausschließlich hohen Nachtverbrauch geht dieser Vorteil zum Teil verloren, da die Batterieladung über einen bidirektionalen Wechselrichter mit höheren Verlusten stattfindet, als bei einem einfachen Laderegler.

3.2.3.3 Vergleich der Stromerzeugungssysteme nach Nutzerzufriedenheit

Bei der Datenerhebung auf den Hütten gaben die HüttenwirtInnen ihre Beurteilung der Energieversorgungsanlagen in einem Notensystem von sehr gut (1) bis mangelhaft (5) an. Unabhängig davon wurden die Anlagen auch von den Erhebern mit Noten im gleichen System beurteilt. Es zeigte sich, dass die modernen und zum Teil relativ neuen AC-DC-Systeme mit 1,8 die beste Gesamtnote aus dem Mittelwert beider Beurteilungen erhielten (vgl. Abbildung 56). Selbst die netzgekoppelten Systeme schnitten wegen ihres sehr hohen Strombedarfs mit 2,1 schlechter ab. Somit ist das Wechselstrom dominierte Hybridsystem mit AC-Kopplung aller

Komponenten und modularem Aufbau als das benutzerfreundlichste System mit der besten Gesamtbeurteilung zu empfehlen.

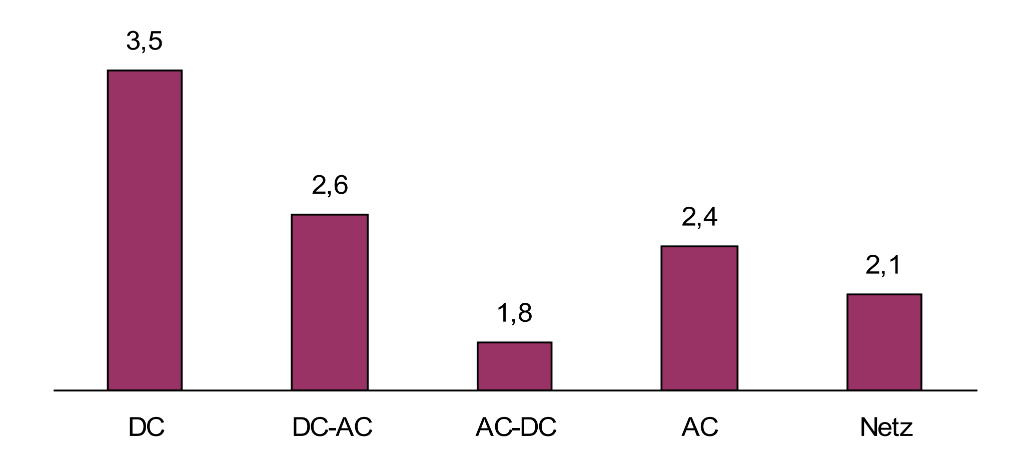


Abbildung 56: Beurteilung der Energieversorgungsanlage nach Stromversorgungssystemen; von sehr gut (1) bis mangelhaft (5) als Mittelwert aus Beurteilung durch Betreiber und Erheber

3.2.3.4 Vergleich der Stromerzeugungssysteme nach Versorgungsqualität und Betriebssicherheit

Entscheidend für eine Beurteilung der Systeme ist die Qualität der Anlagen hinsichtlich ihrer Störungsanfälligkeit. Nach den Hütten mit Anschluss ans öffentliche Stromnetz überzeugt das AC-DC-System erneut mit im Mittel nur 0,5 Störungen je Saison (vgl. Abbildung 57). Das Gleichstrom dominierte DC-AC-System zeigt sich dagegen mit im Mittel 3,3 Störungen pro Saison deutlich anfälliger. Dieser deutliche Unterschied ist jedoch zum Teil auch darauf zurück zu führen, dass es sich bei den DC-AC-Systemen im Mittel um ältere Systeme handelt.

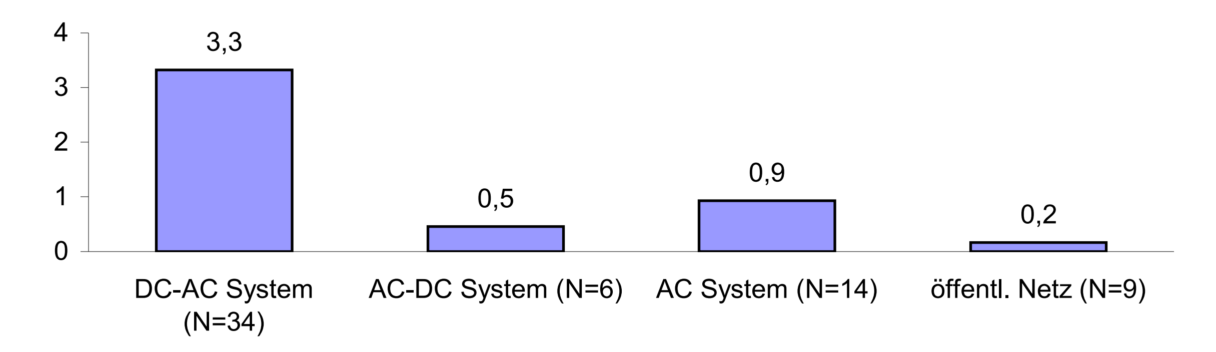


Abbildung 57: Durchschnittliche Anzahl der Störungen des Energiesystems pro Saison

Um einen Überblick über die Ursachen der Störungen und der Probleme im Hüttenbetrieb aufzuzeigen, die mit der Energieversorgung in Zusammenhang stehen, wurden alle in der Erhebung genannten Probleme ausgewertet und folgenden Bereichen zugeordnet. Für jeden Bereich werden außerdem die drei am häufigsten genannten Probleme aufgeführt.

Planung und Auslegung der Energieversorgungsanlagen

- zu geringe elektrische Leistung
- Abwärme des BHKW kann nicht genutzt werden
- Batteriekapazität ist zu klein

Installation und Ausführung

- keine Leistungs- und Funktionsanzeigen
- keine automatische Umschaltung PV – Aggregat eingebaut
- falsche Aufstellung der Batterien (zu warm, zu kalt, ungenügend belüftet, explosionsgefährdet ...)

Abstimmung der Energieversorgungskomponenten (z.B. Notwendigkeit des wärmegeführten BHKW-Betriebs)

- zu kleines Dieselaggregat – dadurch zu lange Laufzeiten
- schlechte Ausnützung der PV-Anlage durch DC-Kopplung
- Warmwasserpufferspeicher ist zu klein

Integration im Ver- und Entsorgungssystem, Energiekonzept

- Strombedarf ARA überfordert das Stromversorgungssystem

- Gesamtkonzept fehlt oder wird nur teilweise umgesetzt
- getrennte Stromversorgungssysteme für ARA und Hütte

Technische Probleme

- Turbinenregelung funktioniert nicht bei schnellem Lastwechsel – dadurch starke Netzschwankungen
- Wärmeabfuhr beim BHKW funktioniert nicht – BHKW überhitzt
- automatische Anlagenregelung funktioniert nicht

Betrieb und Wartung

- keine Wartungs- und Betriebsunterstützung durch die Installationsfirma
- Technik in allgemein schlechtem Zustand durch verwahrlosende Behandlung
- fehlende Kenntnisse beim Betreiber über Betrieb und notwendige Wartung

Die prozentuale Aufteilung der 114 Problemnennungen zeigt Abbildung 58 (Mehrfachnennungen waren möglich).

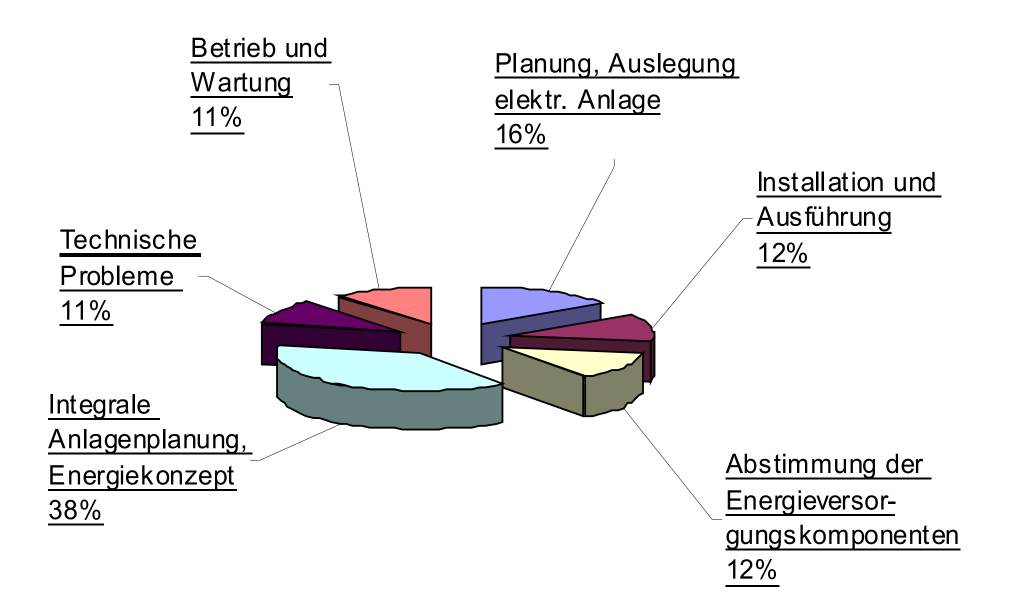


Abbildung 58: Problembereiche mit den Energieversorgungsanlagen genannt von den Anlagenbetreibern und Erhebern

Die Probleme im technischen Bereich, verursacht durch nicht funktionierende Geräte und Systemkomponenten, haben mit 11% eine ähnlich geringe, jedoch relevante Bedeutung wie Probleme, die durch Unzulänglichkeiten bei Betrieb und Wartung der

Anlagen entstehen. Letztere sollten jedoch mit verbesserten Wartungs- und Betriebsabläufen deutlich reduziert werden.

12% der Nennungen fallen in den Bereich Installation und Ausführung und lassen darauf schließen, dass Anlagen von Handwerkern installiert wurden, denen die nötige Erfahrung für diese Arbeiten auf den Hütten fehlt. Es sollte deshalb vermehrt Wert darauf gelegt werden, dass nur erfahrene Firmen mit nachweislichen Referenzen für diese komplexen Arbeiten beauftragt werden. Es ist unbedingt zu empfehlen, dass Firmen, die sich im Bereich Inselnetze spezialisiert haben, mit den lokalen „Hauselektrikern", die üblicherweise die Elektroarbeiten auf der Hütte durchführen, kooperieren. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die Arbeiten gut mit den vorhandenen Elektroinstallationen abgestimmt sind und der lokale Elektriker die neue Anlage kennen lernt, um später bei Problemen vor Ort schnell reagieren und, wenn möglich, auch die Wartung durchführen zu können.

16% der Problemnennungen entfallen auf den Bereich der Planung und Auslegung der Energieversorgungsanlagen. Es ist deshalb sehr zu empfehlen, dass die Planung und Auslegung von Personen gemacht wird, die sowohl über die theoretischen Kenntnisse als auch die praktischen Erfahrungen beim Anlagenbau auf Schutzhütten verfügen, um eine praxisorientierte und umsetzbare Planung zu gewährleisten. Bei vom Handwerk unabhängigen Planern besteht die Gefahr, dass theoretische Konzepte entstehen, die nicht auf die konkrete Situation auf den Hütten angepasst sind.

Es fällt auf, dass mit 38% die Probleme auf Grund einer unzureichenden oder nicht vorhandenen integralen Planung der Ver- und Entsorgungsanlagen auf den Hütten und das Fehlen von Energiekonzepten am häufigsten genannt werden. Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass sich 60% dieser Probleme auf die Gesamtanlage zur Ver- und Entsorgung beziehen (vgl. Abbildung 59). 33% der Probleme stehen dagegen in direktem Zusammenhang mit den Abwasserreinigungsanlagen. Es scheint deshalb unerlässlich, dass bei jeglichen Maßnahmen auf der Hütte, wie z.B. dem Bau einer neuen Kläranlage, immer ein neues Gesamtkonzept der Ver- und Entsorgungseinrichtungen erstellt wird. Nur so kann garantiert werden, dass in Zukunft die Probleme durch fehlende Abstimmung der Anlagen deutlich verringert werden können.

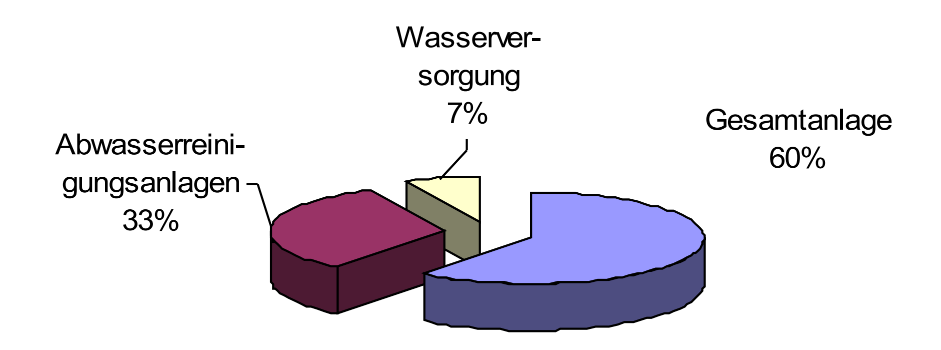


Abbildung 59: Aufteilung der Problemnennungen im Bereich integrale Anlagenplanung

3.2.3.5 Vergleich der Stromerzeugungssysteme nach ökologischen Auswirkungen

Viele Schutzhütten in den Alpen liegen in Schutzgebieten und sehr sensiblen Ökosystemen, weshalb die alpinen Vereine seit vielen Jahren das Ziel einer naturverträglichen Bewirtschaftungsweise ihrer Hütten verfolgen. Eine Möglichkeit des Vergleichs der Energieversorgungsanlagen hinsichtlich ihrer ökologischen Auswirkungen stellt die Analyse der CO_2-Emissionen[13] der unterschiedlichen Systeme dar. Die höchsten CO_2-Emissionen mit mehr als 1 kg/Tag/EW_{60} verzeichnen die Wechselstromsysteme mit einem Dieselaggregat, die noch bei 7% der untersuchten Hütten angetroffen wurden (vgl. Abbildung 60). Die günstigste CO_2-Bilanz mit 0,01 kg/Tag/EW_{60} haben dagegen die Hütten mit Kleinwasserkraftwerken als Hauptstromerzeuger. Von den Hybridsystemen liegt das AC-DC-System vorne und erweist sich auch als deutlich umweltfreundlicher als Hütten mit Anschluss ans öffentliche Netz.

Die Ursache des guten Abschneidens der AC-DC-Systeme liegt darin, dass in den meisten dieser Anlagen ein mit Pflanzenöl betriebenes BHKW, mit seiner CO_2-neutralen Verbrennung, integriert ist. In Abbildung 61 ist dargestellt, dass durch die Verwendung von Rapsöl, abhängig von der Hüttengröße, zwischen 1,5 und 12 t CO_2-Emissionen in einer Sommersaison vermieden werden. Obwohl die PV-Anlagen

[13]Bei der Berechnung der CO_2-Werte wurde die Hütte als Systemgrenze definiert. Damit wurden keine Vorketten berücksichtigt. Dies bedeutet, dass die CO_2-Emissionen bei der Herstellung und dem Transport des Brennstoffs nicht mit eingerechnet wurden. Bei den aus dem öffentlichen Netz versorgten Hütten wurde der UCTE-Mix (455g/kWh) (europäischer Strommix) als Berechnungsgrundlage verwendet.

meistens nur einen geringeren Anteil an der Stromerzeugung haben, können dadurch trotzdem noch bis zu 4 t CO_2 pro Saison eingespart werden.

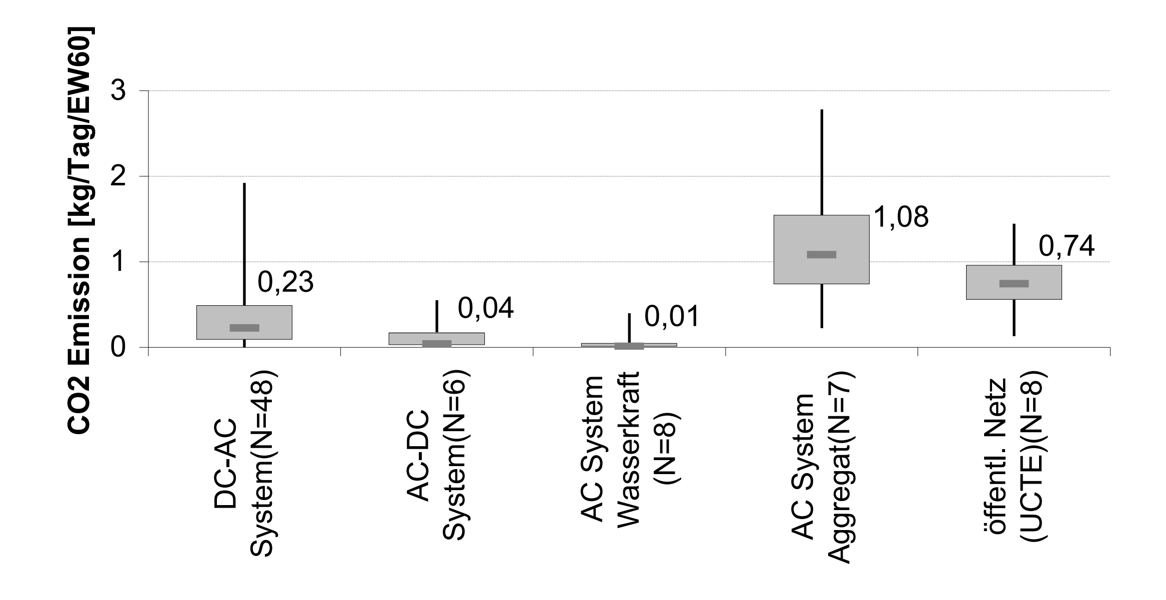


Abbildung 60: Vergleich der CO_2-Emissionen der verschiedenen Stromerzeugungs-systeme auf den Hütten mit Sommerbetrieb

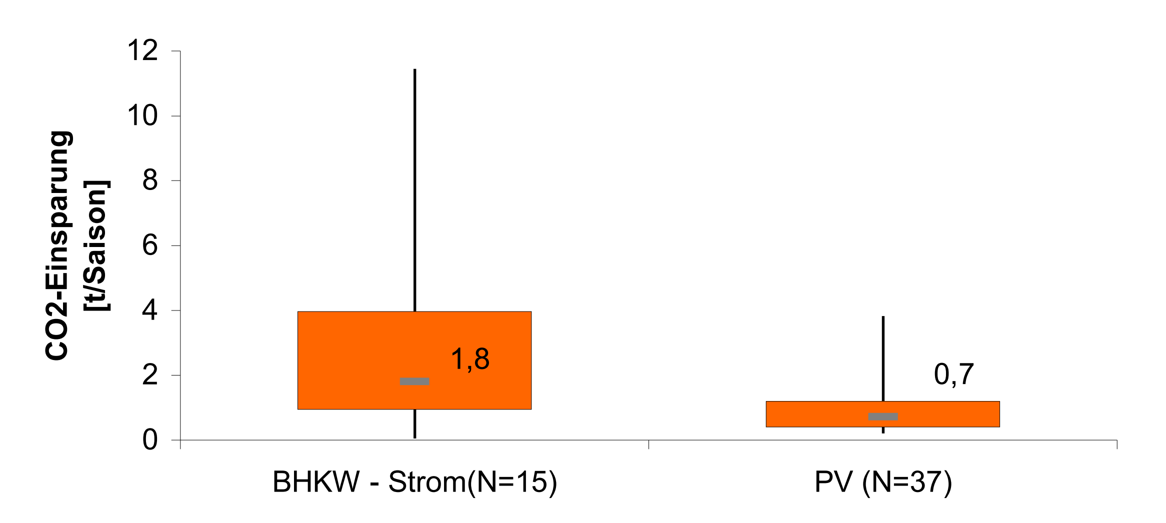


Abbildung 61: CO_2-Vermeidung während einer Saison auf den untersuchten Hütten bei Stromerzeugung durch Nutzung von Pflanzenöl und PV anstatt von Diesel

Aus ökologischer Sicht ist deshalb der ausschließliche Einsatz von erneuerbaren Energiequellen für die Energieversorgung der Schutzhütte zu empfehlen. Der Energiebedarf, der nicht über Photovoltaik, Wasserkraft- und Windkraftnutzung sowie solarthermische Anlagen abgedeckt werden kann, sollte durch ein Blockheizkraftwerk, das mit Pflanzenöl betrieben wird, bereitgestellt werden.

Neben den CO_2-Emissionen bei der Verbrennung bzw. der Stromerzeugung stellt die Umweltgefährdung durch Störungen bei Transport und Lagerungen der Brennstoffe ein bedeutendes Risiko für die naturverträgliche Bewirtschaftung der Schutzhütten dar. Im Besonderen gilt deshalb, dass die Verwendung von Diesel, Heizöl und Benzin, wegen ihrer hohen Wassergefährdungsklasse, auf den Hütten unbedingt vermieden werden sollte (vgl. Tabelle 8).

Die erneuerbaren Energien wie PV, Wasser- und Windkraft haben im Vergleich zu Verbrennungsmotoren keinerlei Staub- und Rußemissionen. Ebenso ist die Lärmbelästigung in der Regel vernachlässigbar. Dies gilt auch für ein komplett schall-isoliertes BHKW. Ein ungestörtes Landschaftsbild und der Erhalt der Ursprünglichkeit der Schutzhütten sind weiter entscheidende Aspekte der ökologischen Verträglichkeit der Energieversorgungsanlagen. Auf die Konstruktion von großen Windkraftanlagen sollte deshalb ebenso verzichtet werden, wie auf die Aufstellung von weit sichtbaren Gastanks. Kleine Wind- bzw.- Wasserkraftanlagen sowie PV-Anlagen als Aufdach- bzw. Freiflächeninstallationen genießen dagegen eine große Akzeptanz bei den Bergtouristen.

3.2.3.6 Vergleich der Stromerzeugungssysteme nach Wirtschaftlichkeit

Die Ergebnisse aus der Beobachtung von 22 Inselanlagen auf Hütten von 1996 bis 1999 durch das Fraunhofer ISE in Freiburg führte zu einem Bericht über die „Qualitätssicherung von photovoltaischen Energieversorgungssystemen“ [22]. Neben der Untersuchung von Anlagenstörungen und wie sie behoben werden konnten, wurden auch Kalkulationen der Stromgestehungskosten in DC-AC-Hybridsystemen durchgeführt. In einer Simulation der spezifischen Stromkosten bei definierten Referenzsystemen ergaben sich Kosten von ~ 3 €/kWh für große und ~ 6 €/kWh für kleine Anlagen [20].

Die spezifischen Stromkosten für aktuelle AC-DC-Hybridsysteme wurden über das Verhältnis der jährlichen Gesamtkosten der Anlage in Euro und der erzeugten elektrischen Energie im gleichen Jahr in kWh berechnet. Die Kosten der Anlage setzen sich zusammen aus der Annuität der Investitionskosten, den verbrauchsgebundenen Kosten (z.B. Brennstoff) und den betriebsgebundenen

Kosten (z.B. Wartung). Für mittlere Hütten[14] ergaben sich spez. Stromkosten von 2,0 – 2,9 €/kWh, während durch die höhere Stromerzeugung bei großen Hütten die spez. Stromkosten nur bei 1,7 – 2,1 €/kWh lagen.

Die Reduktion der Stromgestehungskosten um ca. 1 €/kWh seit 1999 ist auf die sinkenden Komponenten- und Planungskosten, sowie auf die Steigerung der Energieeffizienz der Anlagen zurück zu führen.

Hütten, bei denen ein Großteil der Stromerzeugung über Kleinwasserkraftwerke erfolgt, können auf Grund der sehr geringen Betriebskosten sowie der hohen Stromerzeugung durch den permanenten 24-stündigen Betrieb spezifische Stromkosten von unter 1,5 €/kWh erreichen.

Die spezifischen Stromkosten lassen jedoch keine Aussagen zur Kosteneffizienz der Anlagen zu, da Hütten mit einer hohen Anlageneffizienz und etablierten Energieeinsparmaßnahmen einen geringeren Stromverbrauch haben. Für die Berechnung der spezifischen Stromkosten werden aber die jährlichen Gesamtkosten (Annuität) auf den Stromverbrauch bezogen, so dass eine Hütte mit höherem Stromverbrauch bei gleichen jährlichen Gesamtkosten geringere spezifische Stromkosten erzielt[15].

Aufteilung der spezifischen Stromkosten auf die Anlagenkomponenten

Für den Vergleich der wirtschaftlichen Bedeutung der erneuerbaren Energien wie PV-Strom und Wasserkraft muss der Anteil der spezifischen Stromkosten betrachtet werden, der durch die einzelnen Anlagenkomponenten entsteht. Deshalb wurden die gesamten Stromgestehungskosten auf folgende Einzelkomponenten der untersuchten AC-DC-Hybridsysteme aufgeteilt:

- PV-Anlage bestehend aus PV-Modulen, Befestigung, Verkabelung, Überspannungsschutz, DC-Anschlusskasten und Einspeisewechselrichter
- KWKW mit Turbine, Generator, Wasserbau, Steuerung und Schaltschrank

[14] Hüttengröße eingeteilt über den EW_{60} Wert als Kenngröße für die Anzahl der Gäste und Personal auf der Hütte: klein EW_{60} ≤50; mittel EW_{60} 51-100; groß EW_{60} 101-150; sehr groß EW_{60} >150

[15] Beispiel: Vergleich zweier gleich großer Hütten mit einem EW_{60} von 70 und gleichen jährlichen Gesamtkosten für die Stromversorgung von 11368,- €. Hütte 1 hat auf Grund von neuen energieeffizienten Geräten und einem sparsamen Stromverbrauch einen jährlichen Strombedarf von 4907 kWh/a. Hütte 2 hat dagegen einen Jahresstrombedarf von 6000 kWh/a. Dadurch ergeben sich für die energieeffizientere Hütte 1 mit 2,3 €/kWh höhere spezifische Stromkosten als bei Hütte 2 mit 1,9 €/kWh

- BHKW einschließlich notwendiger Brennstofftanks, thermische Einbindung in Warmwasser- und Heizkreislauf, fakultativem Notkühler, Schaltschrank und Schalldämmhaube
- Batterieanlage inklusive Gestell, Verbindersatz, Rekombinatoren oder aktive Säureumwälzung und Zubehörpaket (Säureheber, Wartungsanleitung)
- Leistungselektronik mit bidirektionalen Inselwechselrichtern, Notumschaltung, Batterietrennerkasten, Überspannungsschutz, Lastabwurfsteuerung, Einrichtung zur Ladeerhaltung der Batterien außerhalb der Hüttenbetriebszeiten und fakultativ eingebautes Anlagenüberwachungssystem mit Sensorbox und Datenlogger

Die Installationskosten für die Gesamtanlage werden den Einzelkomponenten zu jeweils gleichen Teilen zugerechnet. Neben den Montagekosten, inklusive nötiger Kleinteile, fallen hierunter auch Kosten für Inbetriebnahme der Gesamtanlage, Einweisung des Betreibers und Anlagendokumentation. In Tabelle 12 sind die prozentualen Kostenanteile der Anlagenkomponenten an den spezifischen Gesamtstromkosten zusammengestellt.

Tabelle 12: Übersicht des prozentualen Anteils je Anlagenkomponente an den spezifischen Gesamtkosten

Photovoltaik	15 – 25%
Blockheizkraftwerk	40 – 60%
Batterieanlage	14 – 22%
Leistungselektronik	10 – 18%

Es zeigt sich, dass die regenerativen Energiequellen wie PV oder Wasserkraft im Vergleich zum Blockheizkraftwerk preiswerter sind.

Ein Netzanschluss zur Stromversorgung einer Hütte ist aktuell nur bei einer Leitungslänge bis zu ungefähr 2 km eine wirtschaftliche Alternative zur Inselstromversorgung mit einem AC-DC- Hybridsystem [40]. Diese Grenze kann im Einzelfall stark schwanken. Bei schlechter Verfügbarkeit von erneuerbaren Energiequellen wie PV, Wasserkraft oder Windkraft und gleichzeitig günstigen Baukosten für den Kabelkanal, kann ein Netzanschluss auch bis zu einer Entfernung von ca. 2,5 bis 3 km eine interessante Variante darstellen. Die hohen Investitionskosten und Strombezugskosten aus dem öffentlichen Netz werden jedoch

in Zukunft weiter steigen, wogegen die Stromgestehungskosten in PV-Hybridsystemen, durch fallende Preise für PV-Anlagen, eher sinken werden.

3.2.3.7 Empfehlungen zur Energieeinsparung

Vor der Planung einer Energieversorgungsanlage steht immer die Analyse und Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz, denn jede Kilowattstunde (kWh) Strom oder Wärme, die nicht verbraucht wird, muss nicht kostenintensiv und unter schwierigsten Bedingungen bereitgestellt werden. Der sparsame Umgang mit Energie ist die Voraussetzung für eine sichere, wirtschaftliche und ökologische Energieversorgung einer Schutzhütte und zieht bei richtiger Ausführung keinen Komfortverlust nach sich. Energieeinsparpotentiale ergeben sich durch die Verwendung von energieeffizienten Geräten. Die Höhe des Einsparpotentiales soll durch die getrennte Erfassung der einzelnen Verbrauchergruppen mittels Stromzählung und Beurteilung der Messergebnisse ermittelt werden. Auch Verbraucher, die z.T. über 24 Stunden in Betrieb sind, sollten hinsichtlich ihres Energieeinsparpotentials untersucht werden. So bieten sich z.B. neue Beleuchtungskonzepte mit LEDs speziell für die Fluchtwegbeleuchtung und energieeffiziente Brandmeldeanlagen an.

Bedeutendes und einfach umsetzbares Einsparpotential besteht bei vielen Hütten bei folgenden Punkten:

- kein Standby-Betrieb von elektrischen Geräten
- Thermoskanne statt Warmhaltebehälter oder -platten
- Isolierung aller Warmwasserrohre
- Vorkühlung von Getränken in kalten Räumen oder durch überschüssiges, kaltes Quellwasser
- Die Abwärme, z.B. eines Bierkühlers, sollte keinesfalls in einen Lager- bzw. Kühlraum gehen, sondern besser in den Gastraum, um hier zur Raumtemperierung beizutragen.

Bei Hütten mit Ganzjahresbetrieb oder bei hohem Heizbedarf sollten Maßnahmen zur thermischen Sanierung der Hütte mit dem Ziel der Heizenergieeinsparung bei gleichzeitiger Steigerung des Komforts ins Auge gefasst werden. In manchen Ländern stehen für diese Maßnahmen in Kombination mit der Ausstellung eines

bedarfsorientierten Energieausweises erhebliche Fördermittel zur Verfügung. Um den Heizaufwand zu reduzieren, kann eine thermische Zonierung der Hütte sehr hilfreich sein. Dadurch kann die Heizung auf die im Winter benötigten Räume und z.B. auf einen warmen Kern der Hütte reduziert werden.

3.2.3.8 Empfehlungen zur Anlagenkonzeption

Sowohl bei Neuanlagen, wie auch beim Ersatz von einzelnen Anlagenkomponenten, ist ein Gesamtenergiekonzept zu erstellen, um die optimale Abstimmung aller Ver- und Entsorgungssysteme der Hütte zu erreichen. Die Konzeption der Anlage sollte hinsichtlich folgender Kriterien erfolgen: Wirtschaftlichkeit, Ökologie, Versorgungssicherheit, Netzqualität und Benutzerfreundlichkeit. Die verschiedenen Kriterien haben dabei unabhängig von der Reihenfolge dieselbe Wichtigkeit. Beim Gesamtkonzept sind auch zukünftige Betriebsziele der Hütte und die daraus resultierenden Anforderungen an die Versorgung mit elektrischen Strom zu berücksichtigen.

Das Energieversorgungssystem soll alle Verbraucher auf einer Hütte abdecken. Der Betrieb von getrennten Versorgungen, zum Beispiel für eine Kläranlage, ist unwirtschaftlich.

Für eine sichere Energieversorgung muss die Anlage als redundantes System aufgebaut werden. Dies bedeutet, dass bei einem Ausfall des Hüttennetzes durch ein einfaches Umlegen eines Notschalters die Hütte durch einen alternativen Stromerzeuger versorgt werden kann.

Die Stromversorgungsanlage ist so aufzubauen, dass ein möglichst hoher Anteil des Strombedarfs mit erneuerbaren Energien abgedeckt wird. Außerdem sollte die bereitgestellte Energie zu einem möglichst hohen Anteil direkt durch die angeschlossenen Lasten verwendet werden, wodurch der Aufwand für die Speicherung und die damit verbundenen Energieverluste reduziert werden können.

Über die Installierung eines Lastmanagements kann die Auslegung der Stromversorgungsanlage optimiert werden.

Über eine Anlagenüberwachung und ein Monitoringsystem kann bei Auftreten von Fehlern und Problemen rasch deren Ursache festgestellt werden.

Die Planung sollte von Firmen bzw. Personen durchgeführt werden, die nachweislich neben Planungserfahrung auch Erfahrung bei Bau, Betreuung und Wartung von vergleichbaren Energieversorgungsanlagen haben.

3.2.3.9 Empfehlungen zur Systemauswahl

Eine Hybridanlage, bestehend aus verschiedenen Stromerzeugern und einem Energiespeicher, ist in der Regel wirtschaftlicher als eine monovalente Anlage mit einem einzigen Stromerzeuger. Monovalente Wasserkraftanlagen können die Ausnahme bilden.

Das modulare Hybridsystem mit AC-Kopplung aller Komponenten und einem bidirektionalen Inselwechselrichter ist im Leistungsbereich der Wechselrichter von 2 kW bis zu mehreren 10 kW, in ein- oder dreiphasiger Ausführung, das empfehlenswerte System. Hinsichtlich Energieeffizienz, Nutzerzufriedenheit, Versorgungsqualität und Betriebssicherheit sowie Wirtschaftlichkeit, liegt dieses System bei den Durchschnittswerten, die im gegenständlichen Projekt ermittelt wurden, klar vor den alternativen Systemen.

Das Hybridsystem mit DC-Kopplung der PV-Anlage ist bei Wechselrichterleistungen bis 2 kW häufig preisgünstiger, als das System mit AC-Kopplung aller Komponenten.

Eine reine DC-Anlage, aus PV und Batterien in Kombination mit energiesparenden LED-Leuchten und einer Zeitschaltuhr, kann für die Beleuchtung eines Winterraums eine interessante Alternative sein. Es muss jedoch gewährleistet sein, dass keine weiteren Verbraucher angeschlossen und die PV-Module schneefrei gehalten werden können.

Ein Anschluss der Hütte an ein öffentliches Stromnetz ist, abhängig von den lokalen Gegebenheiten, nur bis zu einer Anschlussleitungslänge von 2 bis 2,5 km eine wirtschaftliche Alternative zu einer Inselversorgung.

3.2.3.10 Empfehlungen zur Auslegung von Energieversorgungsanlagen

Photovoltaikanlagen

Im Zuge der Untersuchung wurden auf kleinen Hütten mehrheitlich solare Deckungsraten von 20% bis 30% gegenüber 8% bis 18% bei großen Hütten festgestellt. In Abbildung 62 ist der deutliche Zusammenhang zwischen solarer Deckungsrate und Hüttengröße zu erkennen.

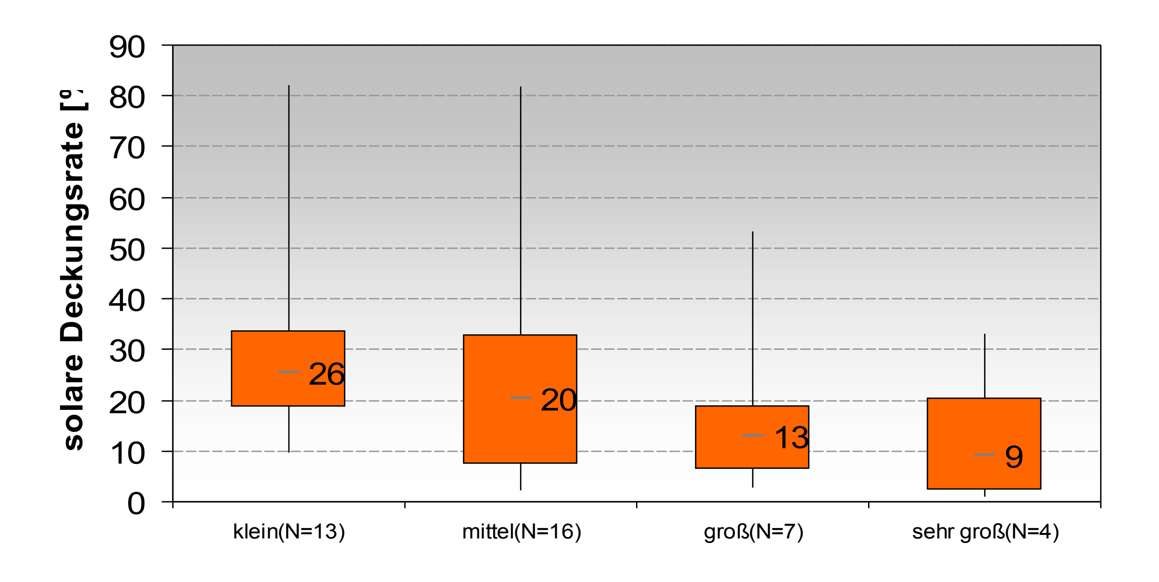


Abbildung 62: Solare Deckungsrate gruppiert nach Hüttengröße

Der wirtschaftlich empfohlene Anteil der PV an der gesamten Stromversorgung liegt jedoch deutlich höher und sollte bei der Neuinstallation beziehungsweise der Optimierungen von Energieversorgungsanlagen angestrebt werden (vgl. Tabelle 13) [22, und eigene Berechnungen].

Tabelle 13: Wirtschaftlich empfehlenswerte solare Deckungsraten nach Hüttengröße

Kleine Hütte	30 – 80%
Mittlere Hütte	25 – 50%
Große Hütte	20 – 40%

Hohe Deckungsraten sind vor allem dann zu erreichen, wenn die Hütte ihren höchsten Strombedarf mittags an sonnigen Tagen hat und eine hohe Sonneneinstrahlung auf die Modulfläche gegeben ist. Bei Anlagen mit hoher solarer Deckungsrate sollte die permanente Grundlast, die nachts aus den Batterien versorgt werden muss, möglichst gering sein, um die notwendigen Speicherkapazitäten in einem wirtschaftlichen Rahmen zu halten.

Aktuell sinken die PV-Modulpreise deutlich. Diese Entwicklung wird sich auch in den nächsten Jahren fortsetzen, so dass der PV-Strom immer günstiger wird und die solare Deckungsrate aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten in Zukunft noch größer sein könnte.

Kleinwasserkraftwerke

In 24 der untersuchten Hütten mit Inselnetzversorgung ist ein Kleinwasserkraftwerk (KWKW) im Einsatz. Bei den meisten Hütten wird dadurch über 60% des Strombedarfs abgedeckt (vgl. Abbildung 63). Es ist auffällig, dass nur sehr wenige Anlagen eine hundert prozentige Stromversorgung der Hütte erreichen. Dies ist um so erstaunlicher, wenn man sieht, dass ein Großteil der Kleinwasserkraftwerke eine Nennleistung von über 10 kW aufweist und dadurch, über 24 Stunden gerechnet, über 100 kWh Strom erzeugen können (vgl. Abbildung 64). Die meisten Hütten haben jedoch einen Gesamtstrombedarf von unter 100 kWh/Tag, weshalb die Stromerzeugung aus der Wasserkraft eigentlich zur hundertprozentigen Versorgung ausreichen müsste.

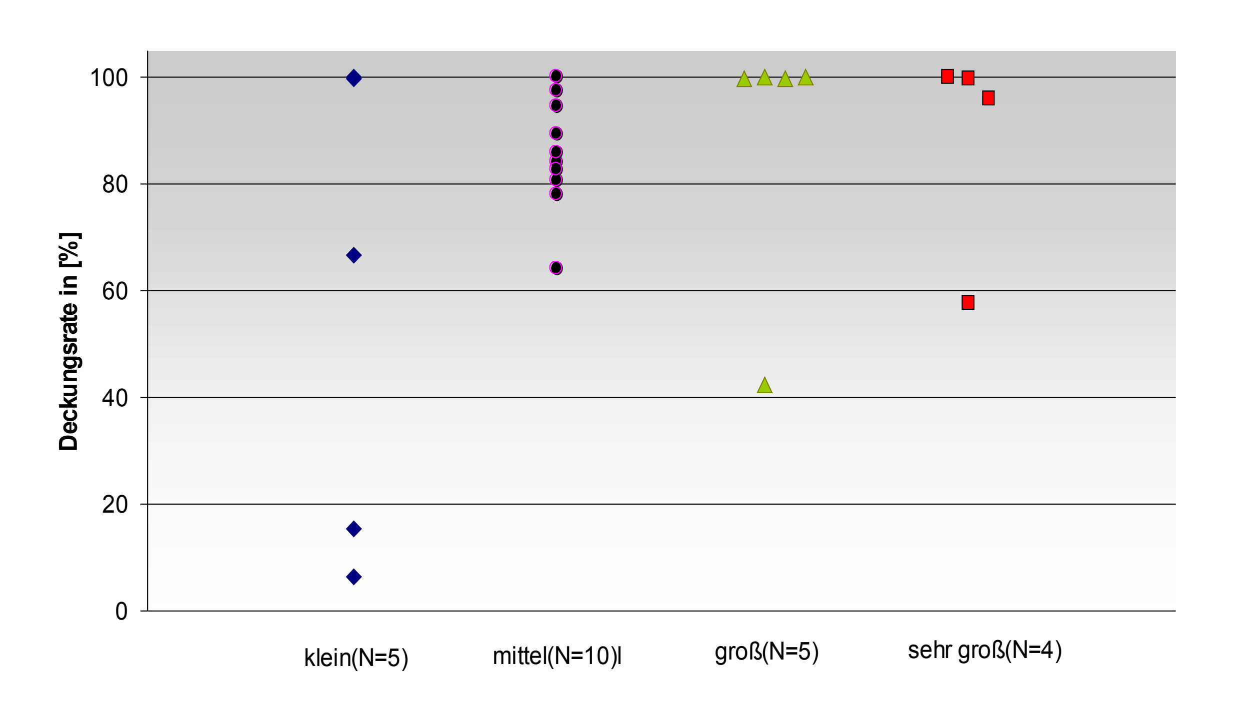


Abbildung 63: Deckungsrate der Kleinwasserkraftwerke gruppiert nach Hüttengröße

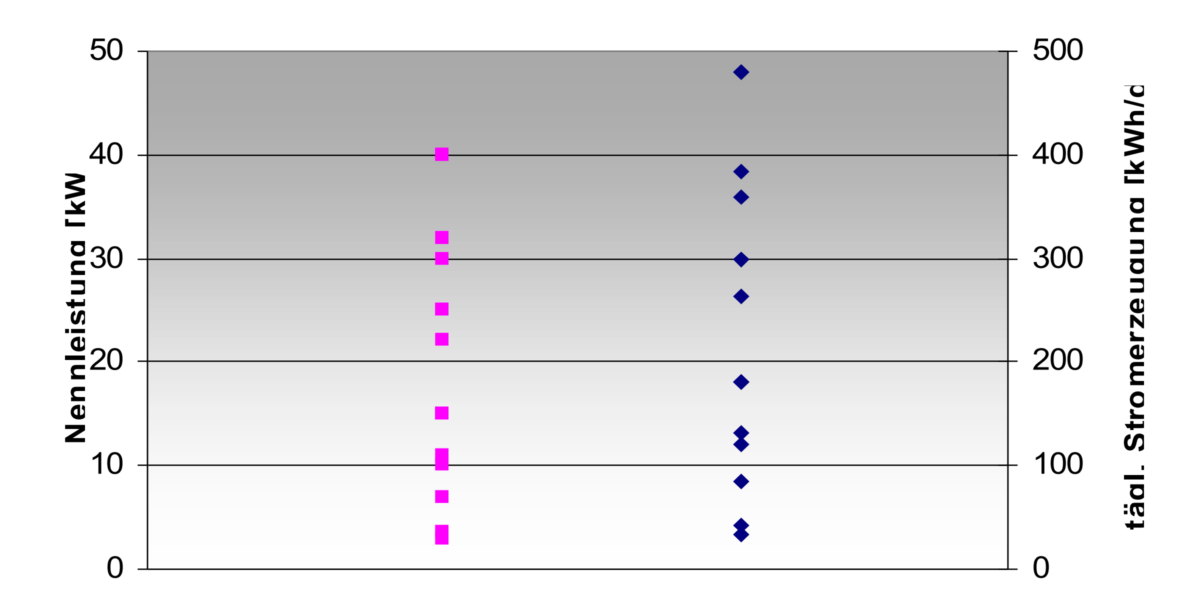


Abbildung 64: Leistungsspektrum der Kleinwasserkraftwerke aus der Evaluierung

Die Ursache liegt darin, dass die Versorgung durch die Wasserkraft, trotz der hohen Gesamtstromerzeugung, nicht zur Abdeckung des kurzfristigen Spitzenbedarfs ausreicht.

Bei entsprechenden Verhältnissen sollte die Wasserkraft zur Energiegewinnung immer genutzt werden. Auch Anlagen mit sehr kleinen Leistungen (einigen 100 Watt) können zur Abdeckung des Tagesenergieverbrauches einer Hütte sehr gut herangezogen werden. Da diese kleinen Anlagen den Gesamtenergiebedarf nicht abdecken können, sind in einem Hybridsystem noch weitere Energieerzeugungsquellen, z.B.: Motorstromgeneratoren, vorzusehen. Untersucht werden soll auch die Nutzung des Trinkwassers zum Betrieb von kleinen Turbinen.

Durch die Ergänzung des KWKW mit einem AC-DC-System kann dieses Problem behoben und häufig eine hundertprozentige Strombedarfsdeckung erreicht werden. Hierfür reicht meist eine permanente Leistung des KWKW von 2 bis 5 kW aus. Die kurzfristig notwendige, maximale Leistung wird dann aus der Summenleistung von KWKW und bidirektionalen Wechselrichtern bereit gestellt. In den Nebenzeiten werden die notwendigen Batterien kontinuierlich über das KWKW geladen. Der Batterieverband kann dadurch kleiner und somit auch kostengünstiger ausgelegt werden.

Die Nutzung der Wasserkraft, auch mittels sehr kleinen Kraftwerken (z.B. auch Trinkwasserkraftwerke), hat eine große Bedeutung für eine günstige Stromversorgung der Hütte und sollte immer als Möglichkeit geprüft werden. So kann ein KWKW mit einer Leistung von wenigen hundert Watt meist die Grundlast über Nacht, verursacht durch Kühlgeräte und Licht, versorgen und noch die Batterien nachladen. Dadurch kann ein solches KWKW, eingebunden in ein Hybridsystem, trotz der geringen Leistung die Betriebssicherheit und die Lebensdauer der Gesamtanlage, und im Besonderen jene der Batterien, signifikant verbessern.

Reicht der Strom aus dem KWKW aber tatsächlich nicht aus, dann empfiehlt es sich, die Anlage um einen PV-Generator zu erweitern, da dieser seine Leistungsspitzen an sonnigen und dadurch meist trockenen Tagen hat, während gerade nach längeren Trockenzeiten und fehlender Schnee- oder Gletscherschmelze das KWKW oft nur eine eingeschränkte Leistung erreicht (gegenläufige Leistungsspitzen). Wird dagegen auf der Hütte mehr Wärme benötigt, als mit dem überschüssigen Strom aus dem KWKW bereitgestellt werden kann, dann sollte die Anlage mit einem kleinen Pflanzenöl-BHKW kombiniert werden.

Batterieverband

Größe des Batterieverbands

Der Energiegehalt der Batterieverbände auf den untersuchten Hütten steigt mit der Größe der Hütte von 19 kWh im Median bei kleinen Hütten auf 72 kWh bei sehr großen Hütten tendenziell an (vgl. Abbildung 65). Ein statistisch signifikanter Zusammenhang lässt sich auf Grund der starken Streuung innerhalb der Gruppen nicht ableiten.

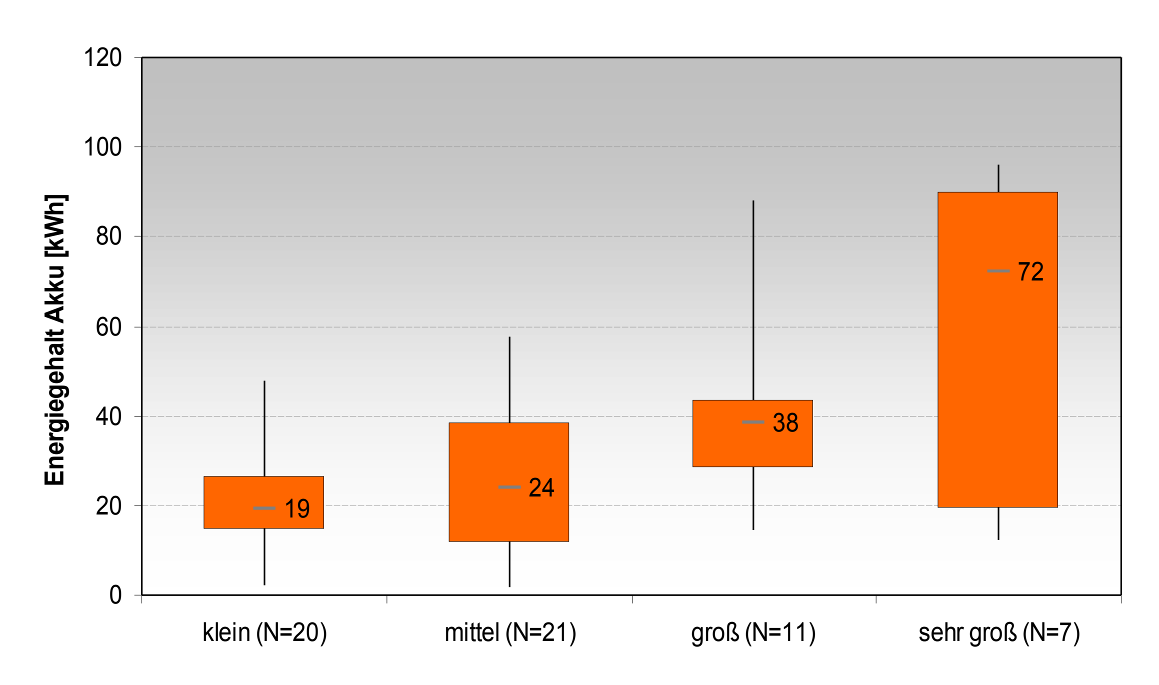


Abbildung 65: Energiegehalt des Batterieverbands in Bezug zur Hüttengröße

Entscheidend für die Auslegung der Batteriegröße bei Neuplanungen von hybriden Energieversorgungsanlagen ist jedoch nicht die Hüttengröße, sondern die Autonomiezeit, in der die entsprechende Hütte ausschließlich aus den Batterien mit Strom versorgt werden kann. Die Autonomiezeit, ausgedrückt in Tagen, ist das Verhältnis von täglichem Strombedarf zum Gehalt der Batterien an elektrischer Energie. Die Entscheidung, wie lange eine Hütte ausschließlich aus den Batterien versorgt werden soll, hängt von der Strombedarfsstruktur sowie der Zusammensetzung des Energieversorgungssystems ab. Bei kleinen Hütten mit lediglich geringem Strombedarf und kleiner Lasten, die z.B. ausschließlich über PV-Anlagen versorgt werden sollen, kann eine mehrtägige Autonomiezeit sinnvoll sein, um Schlechtwetterperioden zu überbrücken.

In Abbildung 66 sind die Autonomiezeiten der Batterieanlagen auf den untersuchten Hütten zusammengestellt. Es zeigt sich, dass bei größeren Hütten kaum noch Autonomiezeiten von einem Tag erreicht werden. Bei diesen Anlagen dienen die Energiespeicher einerseits zur Versorgung der Hütte außerhalb der Hauptbetriebszeiten und in der Nacht, um den Betrieb eines BHKW oder sonstigen Generators zu vermeiden. Andererseits werden aus den Batterien über die Wechselrichter, bei einem sehr hohen Strombedarf, Leistungsbedarfsspitzen

abgedeckt, die durch die betriebenen Stromerzeuger (KWKW, BHKW, PV) alleine nicht abgedeckt werden könnten.

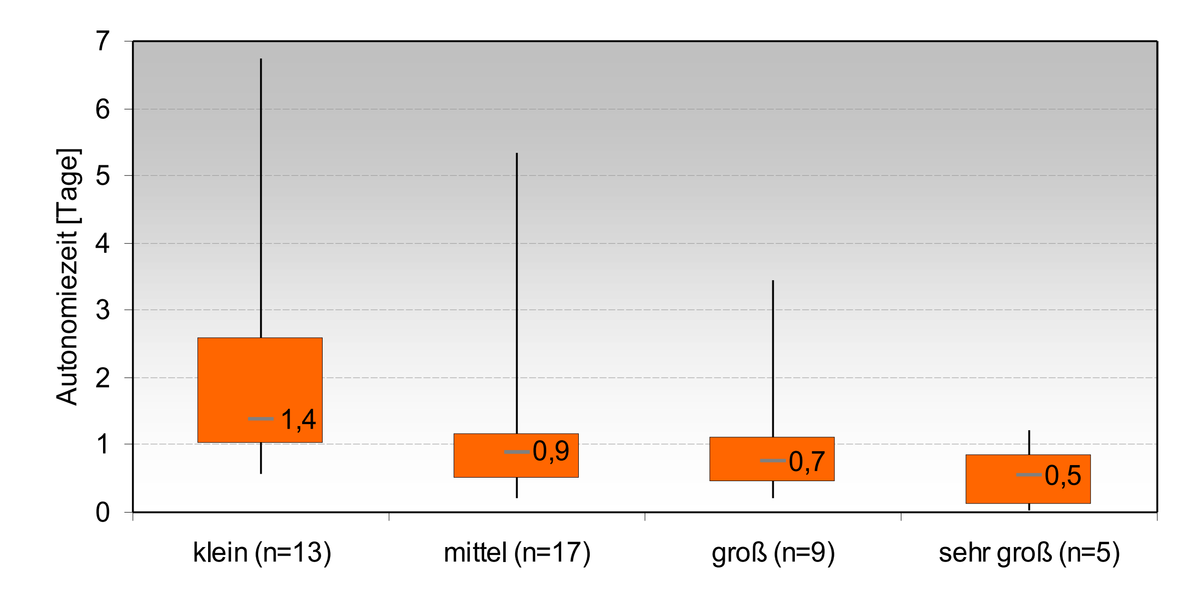


Abbildung 66: Autonomiezeit der Stromversorgung in Bezug zur Hüttengröße

Entscheidend für die Auslegung der Größe des Energiegehalts eines Batterieverbands sind somit neben der gewünschten Autonomiezeit auch die Strombedarfsstruktur, die Wirtschaftlichkeit sowie die Leistung der Wechselrichter.

Batterietyp, Batteriemanagement und Aufstellung

Für den Einsatz auf Schutzhütten weisen Blei-Gel-Batterien deutliche Vorteile gegenüber den herkömmlichen Blei-Flüssig-Batterien auf und sollten deshalb verstärkt eingesetzt werden. Bei ähnlichem Preisniveau haben sie folgende entscheidende Vorteile: unempfindlicher gegen Tiefentladung, keine Säureschichtung, einfacher Transport, Aufstellung ohne speziellen Batterieraum bzw. Säurewanne, kein Säureaustritt möglich.

Voraussetzung für eine lange Lebensdauer eines Batterieverbands ist ein sehr gutes Batteriemanagement, wodurch eine regelmäßige und ausreichende Vollladung sichergestellt und eine zu starke und zu lange Entladung der Batterien verhindert wird. Wichtige Qualitätskriterien sind: möglichst exakte und lernfähige Kapazitätsbestimmung, vierstufiges Ladeverfahren und ein automatischer Generatorstart bei Ladekapazität unter ca. 40%.

Für den Einsatz in Stromversorgungsanlagen auf Schutzhütten sind Solarbatterien am besten geeignet. Sie sind auf eine lange Lebensdauer und die auf Hütten typische Belastung der Batterien mit relativ niederen Entladeströmen über längere Zeit und häufigen Wechsel zwischen Ladung und Entladung ausgelegt. Stapler- bzw. Autobatterien sind dagegen auf kurze, aber hohe Leistungsabgaben bei geringen Zyklenzahlen optimiert.

Bei der Auswahl der Batterien sollte auch auf möglichst lange Garantiezeiten geachtet werden. Sie sollten unbedingt möglichst kühl aufgestellt werden, da eine Erhöhung der Batterietemperatur von 20°C auf 30°C eine Verringerung der Lebensdauer um 50% bewirkt. Eine Ladeerhaltung über den Winter ist unbedingt zu empfehlen. Dadurch bleiben die Batterien über den Winter voll geladen und sind so frostsicher bis unter minus 35°C.

Blockheizkraftwerk BHKW

Im Teillastbetrieb gibt ein BHKW nur sehr wenig Wärme ab. Deshalb ist bei der Dimensionierung darauf zu achten, dass es genügend lange Laufzeiten unter Volllast erreicht, um den Wärmebedarf der Hütte zu decken. Es sollte jedoch nicht nach der Summe der Leistungen aller elektrischen Geräte auf der Hütte ausgelegt werden. Da sich die Leistung aller Stromerzeuger und der Inselwechselrichter in einem AC-gekoppelten System zu einer Gesamtleistung addieren, reicht ein deutlich kleineres BHKW aus.

Das BHKW muss optimal in den Wärmekreislauf der Hütte eingebunden werden, damit die Vorlauftemperatur (vom BHKW kommend) effizient verwertet werden und dagegen eine möglichst geringe Rücklauftemperatur die Kühlung des BHKW erfüllen kann. Die warme Abluft des BHKW sollte unbedingt mit einem Luftschlauch aus dem Technikraum abgeführt werden (z.B. zur Erwärmung des Trockenraums oder der Kläranlage), da Batterien und Wechselrichter, die im selben Raum aufgestellt sind, unter hohen Temperaturen leiden können. Als Notkühler kann bei entsprechender Einbindung auch eine vorhandene Zentralheizungsanlage genutzt werden. Es muss jedoch sichergestellt sein, dass die angeschlossenen Heizkörper nicht zugedreht werden können.

Die besten Erfahrungen wurden mit BHKWs gemacht, die speziell für den Einsatz im Inselbetrieb auf Hütten weiterentwickelt wurden. Auf Grund des stabilen Laufs sollte ein Dieselmotor dem Ottomotor vorgezogen werden. Als Treibstoff kann auf Grund folgender Vorteile uneingeschränkt Pflanzenöl, das den entsprechenden Reinheitsgeboten entspricht, empfohlen werden:

- CO_2-neutrale Verbrennung
- keine Umweltgefährdung und Einschränkung bei Transport und Lagerung
- günstiges Verhältnis von Transportgewicht zu nutzbarem Energiegehalt
- in Kombination mit geringen Mengen Diesel (10 – 20 l pro Saison) als Start- und Nachlaufkraftstoff im automatischen BHKW-Betrieb gibt es keine Probleme durch Ausflocken oder Verkleben des Pflanzenöls.

3.2.3.11 Zusammenspiel von Strom und Wärme im Energieversorgungssystem

Stromerzeugung und Wärmebereitstellung müssen so aufeinander abgestimmt sein, dass die eingesetzten Energieträger optimal mit dem höchsten Wirkungsgrad ausgenutzt werden. So sind die Warmwasserbereitstellung durch Nutzung der Abwärme bei der Stromproduktion in einem BHKW oder beim Kochen durch Wärmeauskopplung aus dem Holzherd effiziente Möglichkeiten.

Wärme aus Strom zu generieren ist grundsätzlich ineffizient und deshalb zu vermeiden. Lediglich bei einem Stromüberangebot (z.B. aus KWKW) sollte dieses zur Wärmeerzeugung genutzt werden. Wird zu bestimmten Zeiten auf der Hütte mehr Wärme benötigt, als bei dem stromgeführten Betrieb der Anlage abfällt, ist es empfehlenswert, ein vorhandenes BHKW auch zur Wärmebereitstellung zu nutzen. Voraussetzung ist, dass die Stromerzeugung des BHKW über ein Heizschwert im Warmwasserpufferspeicher mit voller Leistung direkt zum Aufheizen genutzt wird. Dadurch wird das BHKW jederzeit im empfohlenen Lastbereich betrieben und der Energiegehalt des Brennstoffs zu ca. 90% ausgenutzt. Die Investition in einen zusätzlichen Heizbrenner mit ähnlich hohem Wirkungsgrad kann dadurch vermieden werden.

Bei Bau und Betrieb einer Heizanlage bzw. einer Zentralheizung ist darauf zu achten, dass nur die energieeffizientesten Pumpen zum Einsatz kommen (vgl. Abbildung 67).

Die etwas höheren Anschaffungskosten amortisieren sich durch den deutlich geringeren Stromverbrauch in kurzer Zeit. Deshalb bietet es sich an, alte Stromfresserpumpen bei Bestandsanlagen auszuwechseln, um die Energieversorgungsanlage insgesamt zu optimieren.

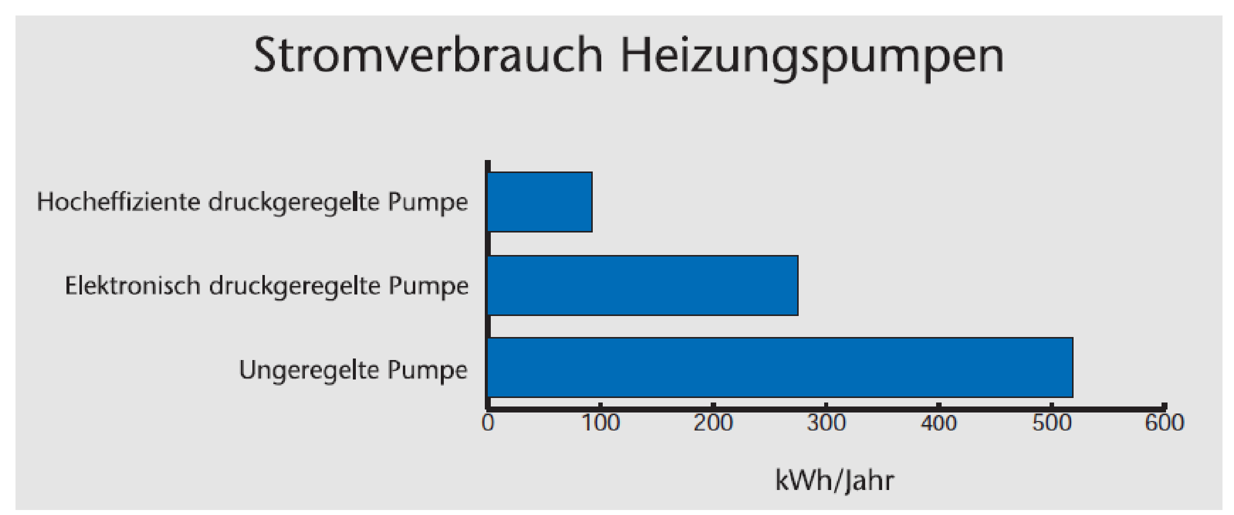


Abbildung 67: Vergleich des Verbrauches unterschiedlicher Heizungspumpen [51]

3.2.3.12 Wärmebereitstellung

Der Einsatz von Solar-Luft-Kollektoren ist vor allem für die permanente Temperierung von Hütten zu empfehlen, die ansonsten außerhalb der Saisonzeiten Feuchteprobleme bekommen. Auch zur Temperierung von Winterräumen können sie erfolgreich eingesetzt werden. Mit-Solar-Luft-Kollektoren zur Trocknung und Massereduktion von Klärschlamm und Feststoffen aus der Abwasserreinigungsanlage konnten gute Erfahrungen gemacht werden.

Überschüssige Wärme z.B. aus einem Küchenholzherd sollte auf jeden Fall über einen Wärmetauscher als zusätzliche Quelle für die Erwärmung des Warmwasserpufferspeichers verwendet werden. Stein- bzw. Braunkohle sollte nicht mehr verwendet werden. Als Ersatz können Holzbriketts empfohlen werden.

Als Alternative zu Ölbrenner oder Gastherme kann ein Pelletsofen als zusätzlicher, vollautomatischer Heizbrenner empfohlen werden. Neben der CO_2-neutralen Verbrennung haben Pellets, ähnlich Pflanzenöl, ein besseres Verhältnis zwischen Transportgewicht und nutzbarem Energiegehalt als z.B. Flüssiggas in Flaschen.

Für den Einsatz auf Schutzhütten sollten nur Wärmerückgewinnungsanlagen verwendet werden, die einen geringen Strombedarf und eine geringe Gefahr der Vereisung aufweisen. In Kombination mit aktiver Belüftung bieten sie eine energieeffiziente Lösung an, um in einem Trockenraum die aufgehängte Kleidung auch tatsächlich zu trocknen und nicht nur zu erwärmen. Zur Schuhtrocknung sollte anstatt der Erwärmung eines ganzen Raumes ein Schuhtrockner zum Einsatz kommen, bei dem die Schuhe auf Düsen gehängt werden, aus denen dann warme Luft in den Schuh geblasen wird.

Die Möglichkeit, einen Gastraum durch einen Holzofen, mit oder ohne Kacheln, zu beheizen, sollte unbedingt weiter genutzt werden, da die Strahlungswärme dieser Öfen, im Vergleich mit einer Zentralheizung, den Gästen auch schon bei geringeren Temperaturen ein wohlig warmes Gefühl verschafft. Bei der Auswahl von Öfen sollte auf den Wirkungsgrad geachtet werden. Eine Übersicht gibt Abbildung 68.

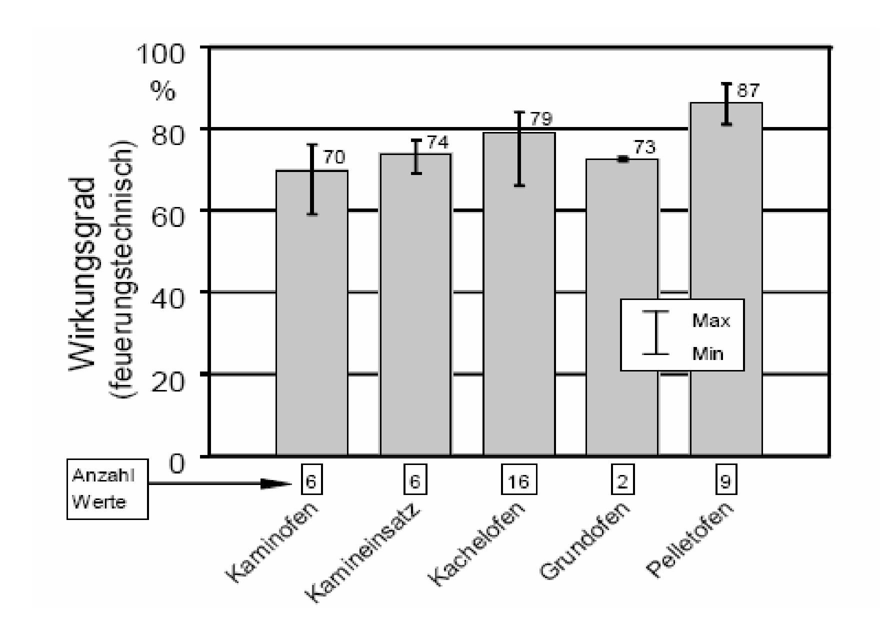


Abbildung 68: Feuerungstechnische Wirkungsgrade von Einzelfeuerstätten [54]

Vor allem Kachelöfen bieten sehr gute Wirkungsgrade und schaffen ein angenehmes Raumklima. Moderne Zentralheizungsanlagen weisen durchgehend sehr gute Wirkungsgrade auf (vgl. Abbildung 68).

3.2.3.13 Tabellarische Übersicht der Bewertung der Stromversorgungssysteme

In Tabelle 14 sind die Ergebnisse des Vergleichs der im vorliegenden Evaluierungsprojekt angetroffenen Energieversorgungssysteme zusammengestellt (vergleiche Kapitel 3.2.3.2 bis 3.2.3.6).

Tabelle 14: Vergleich der Energieversorgungssysteme

System	DC	DC-AC	AC-DC	AC	öffentl. Netz
	reines Gleich-strom-system mit PV	DC-gekoppelte PV mit Kombi-wechselrichter	AC-gekoppelte PV mit bidirektionalem Insel-wechselrichter	reines Wechsel-stromsystem (Wasserkraft bzw. Motorgenerator)	Anschluss an das öffentliche Stromnetz
Empfohlener Leistungsbereich P_{el}	< 1 kW	bis 2 kW	3 kW bis >100 kW	0,5 bis 30 kW	> 40 kW
Systemverluste[16]	30-60%	20-40%	15-25%	30-60%	10-20%
Anzahl Störungen pro Saison	-[17]	3,3	0,5	0,9	0,2
Beurteilung durch Betreiber[18]	3,5	2,6	1,8	2,4	2,1
CO2 Emissionen [kg/Tag/EW60]	0	0,23	0,04	0,01 bei Wasserkraft 1,08 bei Dieselgenerator	0,74
Wirtschaftlichkeit	4 – 7 €/kWh	3 – 6 €/kWh	2 – 2,9 €/kWh	1,5 – 4 €/kWh bei KWKW stark abhängig vom Wassserbau	Bei Entfernung von 2 – 2,5 km < 2 €/kWh ab 3 km > 3 €/kWh

Zusammenfassend stellt das AC-DC-Hybridsystem bestehend aus einer AC-gekoppelten PV-Anlage, einem BHKW, bidirektionalen Inselwechselrichter und einem Batterieverband für die meisten Alpenhütten das Standartversorgungssystem dar. Besteht die Möglichkeit ein Kleinwasserkraftwerk, auch schon mit einer Leistung von wenigen hundert Watt, mit einzubinden, ist dies sehr zu empfehlen. Eine Inselanlage ist für Hütten, die weiter als ca. 2,5 - 3 km vom öffentlichen Stromnetz entfernt sind, im Vergleich zum Anschluss ans öffentliche Netz, in der Regel das wirtschaftlich günstigere Versorgungssystem. Im Einzelfall hängen die Kosten hauptsächlich vom Verlegeaufwand der Kabelzuleitung ab. Da moderne Inselsysteme jedoch annähernd eine Versorgungsqualität erreichen, die dem öffentlichen Stromnetz entspricht, ist im Zweifelsfall die Inselanlage zu wählen.

---

[16]Verhältnis der durch die eingesetzte Primärenergie theoretisch zur Verfügung stehenden elektrischen Energie zur tatsächlich durch die elektrischen Lasten verbrauchten Energie, ausgedrückt über den Energieverlust, der durch das entsprechende Stromversorgungssystem verursacht wird.

[17]Kein Wert durch zu geringe Datenmenge

[18]Beurteilung der Energieversorgungsanlage nach Stromversorgungssystemen; von sehr gut (1) bis mangelhaft (5) als Mittelwert aus Beurteilung durch Betreiber und Erheber

3.2.3.14 Tabellarische Übersicht der Empfehlungen zur Energieversorgung

Die wichtigsten Empfehlungen aus der vorliegenden Evaluierung werden für den Bereich Energie in einer standardisierten Form für bestimmte Hüttenkategorien zusammengestellt. Die Hüttenkategorien in Tabelle 15 werden nach folgenden Kriterien definiert: Hüttengröße, Leistungsbedarf Strom, Wärmebedarf, Transport, Betriebszeit, Verfügbarkeit erneuerbarer Energien, Entfernung zum öffentlichen Stromnetz.

Tabelle 15: Hüttenkategorien

	Kategorie A:	Kategorie B	Kategorie C1	Kategorie C2	Kategorie D	Kategorie E	Kategorie F
Hüttengröße[19]	Notunterkunft, Winterraum	klein, Selbst-versorgerhütte	mittel bis sehr groß, mit Bewirtschaftung			klein bis sehr groß, mit Bewirtschaftung	
Leistungsbe-darf Strom	nur DC-Beleuchtung	bis 2 kW	3 kW bis > 100 kW			3 kW bis > 100 kW	
Wärmebedarf	Kochen, Heizung	Kochen, Teilbeheizung	Kochen, Waschen, Duschen, Teilbeheizung		Kochen, Waschen, Duschen, Heizung	Kochen, Waschen, Duschen, Teilbeheizung	
Transport[20]	-	-	mit Fahrweg	ohne Fahrweg	-	-	-
Betriebszeit	-	Sommersaison	Sommersaison	Sommersaison	Ganzjährig	Sommersaison	-
Ressourcen	Solarstrahlung	Solarstrahlung	Solarstrahlung	Solarstrahlung	Solarstrahlung	Wasserkraft Solarstrahlung	-
Entfernung zum öffentl. Netz	>2,5 km	>2,5 km	>2,5 km	>2,5 km	>2,5 km	>2,5 km	<2,5 km

In Tabelle 16 sind die wichtigsten Empfehlungen aus der Evaluierung zur Gestaltung der Energieversorgung von Alpenhütten zusammengestellt.

[19]Hüttengröße: klein EW_{60}≤50; mittel EW_{60} 51-100; groß EW_{60} 101-150; sehr groß EW_{60} >150;Definition EW_{60} vgl. Glossar

[20]Bei „-“: eine Unterscheidung bei diesem Punkt ist für die Empfehlung zum Energieversorgungssystem nicht relevant

Tabelle 16: Empfehlungen Energieversorgung je Hüttenkategorie

Hüttenkategorie	A	B	C1	C2	D	E	F
System	DC	DC-AC	AC-DC	AC-DC	AC-DC	AC-DC	Öffentl. Netz
Solare Deckungsrate	100%	30 - 80%	20-50%	20-50%	20-50%	20-50%	Bezug von Strom aus 100% erneuerbaren Energien
Deckungsrate KWKW	-	-	-	-	-	5-100%	-
Motorgenerator	-	Notstromaggregat	BHKW mit Pflanzenöl oder Flüssiggas	BHKW mit Pflanzenöl	BHKW mit Pflanzenöl	Wenn KWKW + PV nicht ausreicht dann kleines BHKW	Notstromaggregat
Batterien	Blei-Gel-Akkus	Blei-Gel-Akkus	Blei-Gel-Akkus	Blei-Gel-Akkus	Blei-Gel-Akkus	Blei-Gel-Akkus	-
Batteriekapazität	3 Tage	2 Tage	0,5 - 1 Tag	0,5 - 1 Tag	0,5 - 1 Tag	0,5 Tage	-
Batterieladeerhaltung	vorhandene PV-Anlage muss schneefrei sein	PV-Winterstrang	PV-Winterstrang	PV-Winterstrang	PV-Winterstrang falls Hütte länger als 2 Monate geschlossen ist	PV-Winterstrang	-
Leistungselektronik	MPP-Laderegler	mit bidirektionalem Wechselrichter kommunizierender MPP-Laderegler Anlagen-überwachung	Bidirektionaler Wechselrichter, PV-Wechselrichter, Anlagen-überwachung	Bidirektionaler Wechselrichter, PV-Wechselrichter, Anlagen-überwachung	Bidirektionaler Wechselrichter, PV-Wechselrichter, Anlagen-überwachung	Bidirektionaler Wechselrichter, PV-Wechselrichter, Anlagen-überwachung	Lastmanagement Verbrauchszähler
Wärmebereitstellung	Holzherd	Holzherd, Kachelofen, Gasherd, Solar-Luft-Kollektor	Gasherd, Kachelofen, Holz, Abwärme BHKW, Nachheizung mit Strom aus BHKW	Gasherd, Kachelofen, Holz, Abwärme BHKW, Nachheizung mit Strom aus BHKW	Gasherd, Kachelofen, Holz, Abwärme BHKW, Nachheizung mit Strom aus BHKW	Überschussstrom aus KWKW, Holz	Solarkollektoren, Holz, Pflanzenölbrenner

3.2.3.15 Beispielanlage

In Abbildung 69 ist der übersichtliche Aufbau einer AC-gekoppelten Hybridanlage mit PV und Pflanzenöl-BHKW als Beispiel für einen gut geordneten Technikraum dargestellt. Im Anschluss sind die einzelnen Komponenten kurz beschrieben.



Abbildung 69: Typischer Aufbau einer dreiphasigen Hybridanlage in einer der 2008 modernisierten Hütten [H. Deubler]

Der Batterieverband (1) ist über den NH-Trenner-Kasten (2) an die drei bidirektionalen Inselwechselrichter (3M, 3S) angeschlossen. Der „Master"-Wechselrichter (3M) übernimmt die Steuerung der gesamten Anlage und kommuniziert kontinuierlich mit den zwei „Slave"-Wechselrichtern (3S). Am „Master" werden auch alle Einstellungen vorgenommen und es können alle wichtigen Leistungswerte der Anlage abgelesen werden. Über den PV-Wechselrichter (4) speist der PV-Generator direkt ins Hüttennetz ein. Das BHKW (5) mit seiner Starterbatterie (6) und in diesem Fall einem Pflanzenöltank (7) wird auch bei manuellem Start auf die Inselwechselrichter synchronisiert.

Der Winterstrang, bestehend aus 4 PV-Modulen an der Südwand der Hütte, speist über einen Laderegler (8) im Winter direkt die Batterien, sodass sie immer voll geladen und auch bei unter –30° C nicht gefrieren.

3.2.4 Ausblick auf Neuentwicklungen im Bereich der Energieversorgung

3.2.4.1 Solarbaum zur Ertragssteigerung der Photovoltaikanlage

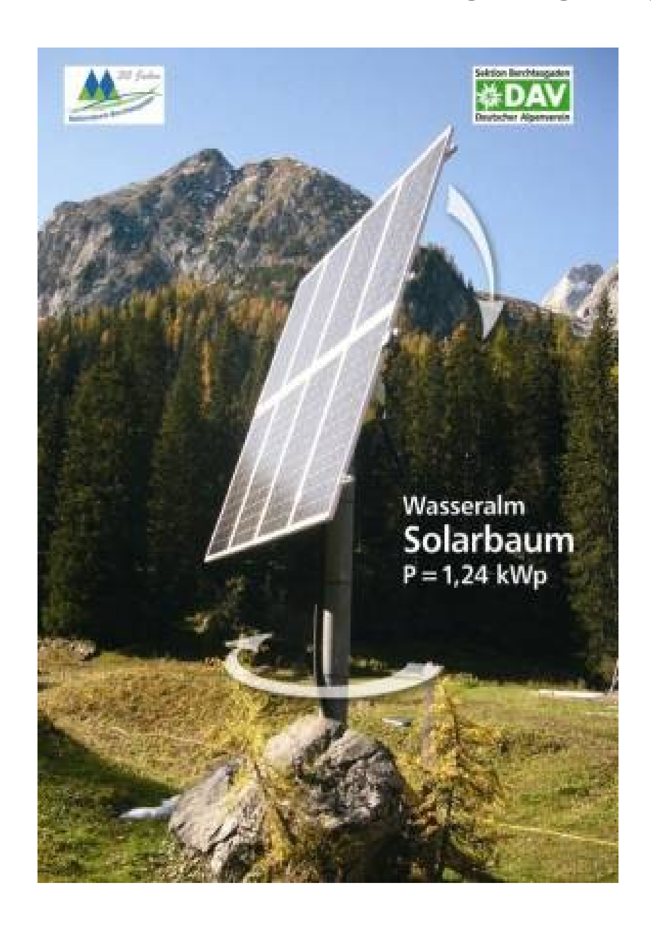


Abbildung 70: 2-achsig nachgeführter Solarbaum [Elektro Mechanik Meisl GmbH]

Der maximale Ertrag einer fest installierten Photovoltaikanlage mit optimaler Ausrichtung nach Süden und einem Anstellwinkel von 30°, kann durch eine zweiachsige Nachführung der PV-Module um 30% bis 40% gesteigert werden. Die auf einen Masten montierten PV-Module werden von Ost nach West der Sonne nachgeführt und der Anstellwinkel rechtwinklig zur Solarstrahlung ausgerichtet (vgl. Abbildung 70). Die Steuerung des „Solarbaums“ erfolgt durch Strahlungs- und Windsensoren. Bei Sturm oder bei komplett bedecktem Himmel bewegt sich die PV-Fläche in die Horizontale.

3.2.4.2 Brennstoffzelle

Wasserstoff wird als der Energieträger der Zukunft angesehen, da bei der Energiegewinnung aus Wasserstoff, beispielsweise in Brennstoffzellen, keine Schadstoffe entstehen, sondern ausschließlich Wasser. Brennstoffzellen mit Wasserstoffsystemen stellen deshalb ein großes Potential für stationäre autonome Stromversorgungen dar [44].

Serienreife Produkte gibt es nur wenige. Auf dem Markt hat sich die Direktmethanol-Brennstoffzelle seit 2007 für kleine Anwendungen bewährt. Sie leistet zwischen 25 und 75 W. Anwendungsbereiche sind z.B. Wohnmobile, Messstationen oder Gartenhäuser. Im Bereich der Schutzhütten bietet sich ein Einsatz in kleinen

Selbstversorgerhütten für die Beleuchtung an. In Abbildung 72 ist eine mit Methanol betriebene Brennstoffzelle mit 25 Watt Nennleistung, eingebaut in eine Outdoorbox, zu sehen. Der aktuelle Setpreis beträgt ca. 2.000,- €.

Seit Jahren wird mit Versuchsanlagen der Einsatz von Brennstoffzellen mit Wasserstoffsystemen für die Unterstützung der Stromversorgung auf Berghütten erprobt [45]. Abbildung 71 zeigt, wie erneuerbar erzeugter Strom im Bedarfsfall über einen Elektrolyseur als Wasserstoff gespeichert und über eine Brennstoffzelle ins Netz zurück gespeist werden kann. Dadurch kann das System, wie eine herkömmliche Batterie, bei einem Überangebot Energie speichern und bei einem erhöhten Bedarf wieder abgeben. Der Gesamtwirkungsgrad liegt bei maximal 40%. Auf einen Batterieverband kann zwar nicht komplett verzichtet werden, er kann jedoch deutlich kleiner ausgelegt werden.

Autarker Betrieb im Kleinleistungsbereich
Photovoltaik
Wind
Wasser
lokales, autarkes elektrisches Netz
Verbraucher
Elektrolyse
Brennstoffzelle
2000 €/kW
2000 €/kW
Strom-
kurzzeitspeicher
Wasserstoff-
druckspeicher

Abbildung 71: Schemazeichnung Brennstoffzelle mit Wasserstoffsystem [53]

2009 wurde die Fronius Energiezelle als das weltweit erste TÜV Süd zertifizierte Wasserstoff betriebene Brennstoffzellensystem zur emissionsfreien Stromerzeugung vorgestellt (vgl. Abbildung 73) [46]. Die Energiezelle mit bis zu 4 kW elektrischer und ca. 5 kW thermischer Leistung zielt auf den Markt für stationäre Inselnetzversorgungen ab und könnte in den nächsten Jahren eine interessante Ergänzung der Energieversorgungssysteme auf Schutzhütten bieten.


Abbildung 73: Fronius Energiezelle [*www.fronius.de]*


Abbildung 72: Direktmethanol-Brennstoffzelle in Outdoorbox [Elektro Mechanik Meisl GmbH]

3.2.4.3 Alternative Speichertechnologien

Redox-Flow-System

Redox-Flow-Systemen, als elektrochemische Speicher mit externem Speicher, wird für den Einsatz in autarken Stromversorgungsanalgen, als Alternative zu Blei-Säure-Akkumulatoren, eine gewisse Zukunftsaussicht zugesprochen [47]. Die Vanadium-Redox-Durchflussbatterie speichert Energie in zwei flüssigen Elektrolyten (vgl. Abbildung 74). Beim Laden und Entladen der Batterie werden die Elektrolyten durch Reaktoren (elektrochemische Energiewandler) gepumpt. Eine sehr dünne Ionen-Austauschmembrane trennt die beiden Flüssigkeiten, erlaubt aber den Ablauf der wesentlichen elektrochemischen Reaktionen. Diese Reaktionen (Oxidation und Reduktion der gelösten Vanadium-Salze) ermöglichen den elektrischen Stromfluss [10].

Das Redox-Flow-System eignet sich vor allem für größere, stationäre Anwendungen mit Leistungen ab 1 kW als Pufferbatterien für PV- und Windkraftanlagen. Entscheidende Vorteile sind:

- keine oder minimale Selbstentladung
- Wirkungsgrad ca. 75%
- sehr lange Lebensdauer

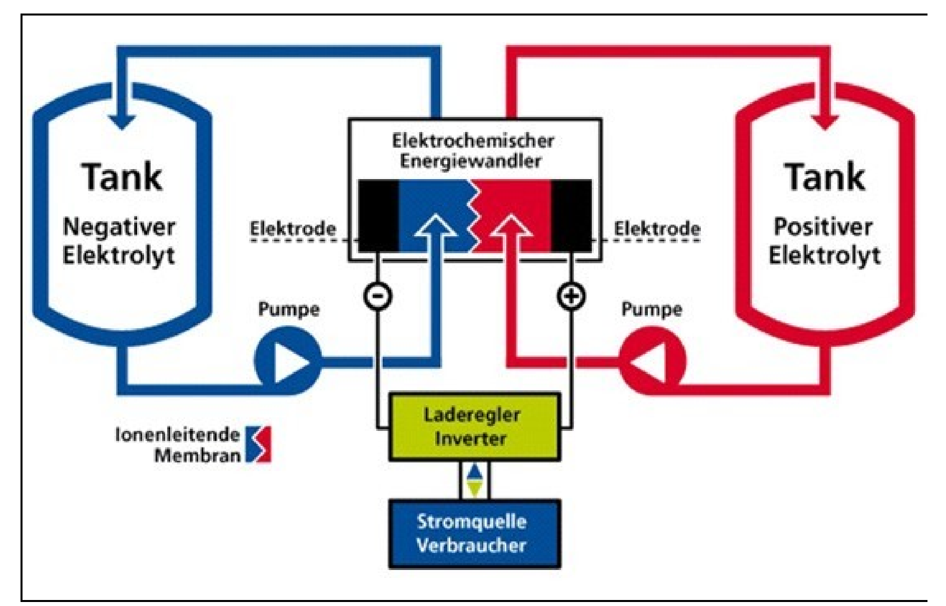


Abbildung 74: Schematische Darstellung der Vanadium-Redox-Durchflussbatterie [40]

3.2.4.4 Wasserkraftwerk mit Durchströmturbine

Die Durchströmturbine ist auch als Ossberger-Turbine bekannt. Das Wasser tritt, ähnlich einem Wasserrad, am Umfang ein und nach Durchlaufen des Laufradinneren gegenüberliegend wieder aus (vgl. Abbildung 75). Durch den doppelten Aufschlag ergibt sich eine vergleichsweise bessere Wirkung und damit ein gewisser Selbstreinigungseffekt bzw. Schmutzresistenz. Das empfohlene Einsatzgebiet der Durchströmturbine liegt bei geringen Fallhöhen (ca. 4 bis 30 m) und bei größeren, jedoch stark variierenden, Wassermengen (50 – 5000 l/sec). Die vergleichsweise einfache Turbinenkonstruktion ermöglicht einen geringen Wartungsaufwand und dadurch niedrige Betriebskosten.

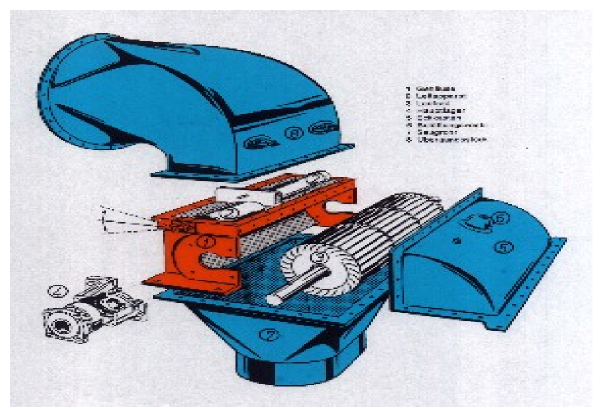


Abbildung 75: Schemazeichnung einer Durchströmturbine [56]

3.3 Bereich Wasserversorgung – Planung und Errichtung

3.3.1 Bedeutung von Wasser für Gesundheit und Hygiene

Zitat aus dem Österreichischen Lebensmittelbuch, Codexkapitel B1: „Trinkwasser ist Wasser, das in nativem Zustand oder nach Aufbereitung geeignet ist, vom Menschen ohne Gefährdung seiner Gesundheit verzehrt zu werden, und das geruchlich, geschmacklich und dem Aussehen nach einwandfrei ist. Trinkwasser darf Bakterien, Viren und Parasiten, die durch Verschlucken eine Erkrankung des Menschen verursachen können, nicht in Anzahlen enthalten, die eine potentielle Gefährdung der menschlichen Gesundheit darstellen. Stoffe jedweder Art dürfen im Trinkwasser nur in Konzentrationen enthalten sein, die die menschliche Gesundheit auch bei lebenslangem täglichem Verzehr des Trinkwassers nicht gefährden.“ [11]

Wasser ist lebenswichtig. Der Mensch kann längere Zeit ohne feste Nahrung auskommen, aber nur wenige Tage ohne Wasser überleben. Wasser ist also unser wichtigstes Lebensmittel.
Die einwandfreie Qualität ist daher von größter Bedeutung. Auch wenn die Wasseraufbereitung auf Berg- und Schutzhütten oftmals eine Herausforderung darstellt, dürfen bei der Trinkwasserversorgung keine Kompromisse eingegangen werden. Um die Gesundheit der Hüttengäste nicht zu gefährden, ist eine optimale Überwachung des Betriebs und Wartung der Anlage durch den Wirt sowie eine regelmäßige Überprüfung der Wasserqualität dringend erforderlich. Auch von Seiten der Behörden sind die Anforderungen an die Wasserversorgungsanlagen sehr streng. Eine Nichteinhaltung der rechtlichen Vorgaben kann eine vorübergehende Schließung der Hütte nach sich ziehen.

Eine hygienisch einwandfreie Qualität muss nicht nur das Wasser zum Zwecke des Trinkens aufweisen, sondern auch jenes für Kochen, Körperhygiene, Waschen, etc.. Bei Verwendung von recyceltem Abwasser für den Betrieb von WC-Anlagen muss dieses hygienisch einwandfrei sein. Dies betrifft insbesondere die Verwendung von gereinigtem Abwasser. Dies deshalb, da ein Hautkontakt mit dem recycelten Abwasser nicht ausgeschlossen werden kann und feine Wassertröpfchen eingeatmet werden können. Weitestgehende Keimfreiheit kann mittels UV–Anlage bzw. durch

einen Membranbelebungsreaktor (MBR) erreicht werden. Bei einer Abwasserreinigung mittels Membranbelebungsreaktor (MBR) sollte, wenn eine Wiederverwendung des gereinigten Abwassers angestrebt wird, zum Schutz vor Rückverkeimung und als zusätzliche Sicherheitsstufe eine UV–Anlage nachgeschalten werden.

3.3.2 Darstellung der anwendbaren Systeme

Im nachfolgenden Kapitel werden die bei den erhobenen Hütten angewendeten Wasserversorgungssysteme generell erläutert:

Die Wasserversorgung im Allgemeinen, wie auch jene für eine Schutzhütte, umfasst folgende Anlagenteile:

- Wassergewinnung - Wasserfassung
- Wasserzuleitung
- Rohwasserspeicherung (Hoch- oder Tiefbehälter)
- Haustechnik: Wasserinstallationssystem in der Hütte sowie falls erforderlich: Wasseraufbereitungsanlagen, Hauswasserwerk, Tageswasserspeicher (=Trinkwasserspeicher), etc.

3.3.3 Kurzbeschreibung der Anlagenteile

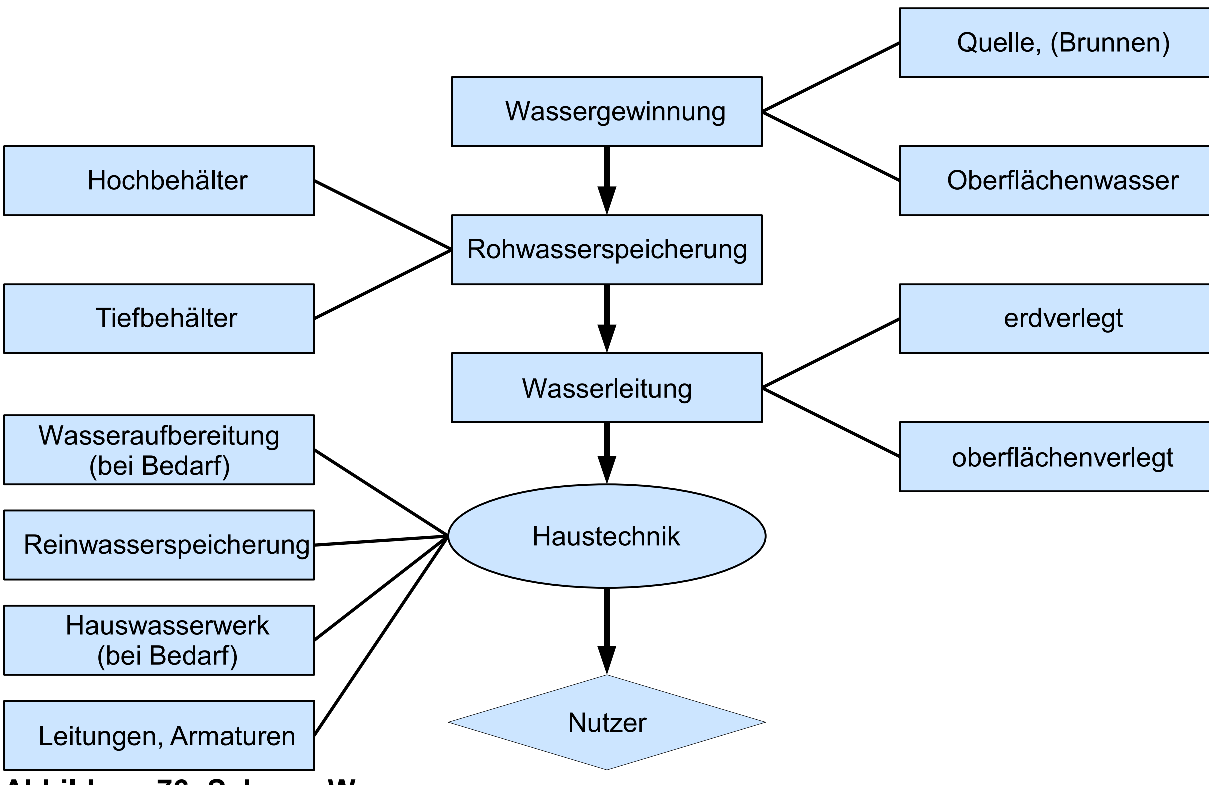


Abbildung 76: Schema Wasserversorgung

3.3.3.1 Wassergewinnung – Wasserfassung

Die Art der Wassergewinnung unterliegt den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten. Die Wassergewinnung bei Schutzhütten erfolgt in den meisten Fällen über die Fassung von Quellen. Falls keine nutzbare Quelle zur Verfügung steht, wird auf Hütten auch Oberflächenwasser genutzt. In wenigen Ausnahmefällen werden Schutzhütten mit Trinkwasser über Versorgungsleitungen einer Gemeinde oder Genossenschaft versorgt. Der Transport von Trinkwasser aus dem Tal in kleineren Gebinden kommt ebenfalls manchmal zum Einsatz.



Abbildung 77: Quellstube Astenschmiede

Wassergewinnung aus Quellen

Als Quellwasser wird jenes Wasservorkommen bezeichnet, welches Grundwasser durch eine wasserstauende Schicht an der Geländeoberfläche austreten lässt. Die Erschließung einer Quelle kann

aber auch durch Abteufen eines Schachtbauwerkes gelingen. Die Bildung des Hang- und Grundwassers erfolgt durch das in den Boden eindringende Niederschlagswasser, welches dann beim Durchlaufen der Bodenpassage mit Mineralsalzen angereichert wird. Zusätzlich entsteht durch das Verweilen eine Reinigung der eingedrungenen Niederschlagswässer. Stand der Technik ist die Ausweisung eines Quellschutzgebietes, um das gewonnene Wasser in seiner Qualität zu schützen. Zur Ermittlung des Quellschutzgebietes sollte jedenfalls ein Fachplaner hinzugezogen werden. Das Quellschutzgebiet soll durch Einzäunung (Elektrozaun, Stacheldrahtzaun, o. ä.) vor einer Beweidung durch Wild- und Nutztiere geschützt werden, so dass keine Verunreinigung der Wasserressource durch deren Ausscheidungen stattfinden kann.

Mit einer Quellfassung wird das an der Quelle austretende Wasser gefasst und dann zum Rohwasserspeicher geleitet. Wenn es von der Lage der Quelle her möglich ist, wird der Speicher als Hochbehälter ausgeführt und von dort der Hütte das Wasser im freien Gefälle zugeleitet. Liegt der Rohwasserspeicher unter der Versorgungsstelle, spricht man von einem Tiefbehälter.

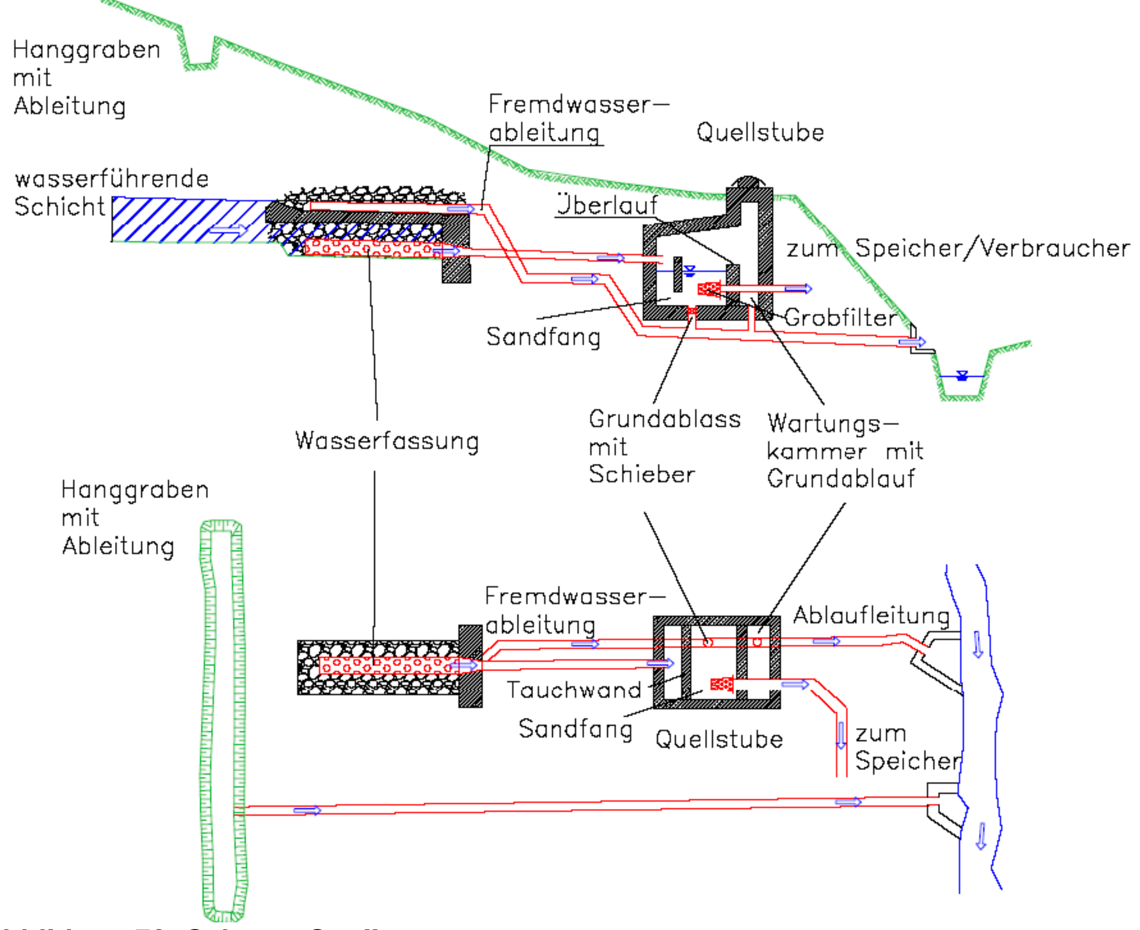


Abbildung 78: Schema Quellversorgung

Oberflächenwassergewinnung

Unter dem Begriff Oberflächenwassergewinnung versteht man die Nutzung von Meteorwässern, sei es in Form von Niederschlagswasser (Fassung der Dachwässer) wie auch durch die Fassung von Schmelzwasser aus Gletschern und Schneefeldern. Eine andere Form der Oberflächenwassergewinnung besteht in der Entnahme von Wasser aus einem Bach oder aus einem See.



Abbildung 79: Oberflächenwassersammlung (Bach) Waltenberger Haus

Jedenfalls gilt für alle verschiedenen Methoden der Oberflächenwassersammlung, dass das Wasser vor der Fassung keine ausgeprägte Bodenpassage durchlaufen hat, sondern sich offen und ungebunden auf der Erdoberfläche befand. Daher ist immer eine Aufbereitung (Filtration und Desinfektion) notwendig. Außerdem weist dieses Wassers keinen oder nur einen sehr geringen Gehalt an gelösten Salzen und Mineralstoffen (vgl. geringe Härte) auf.



Abbildung 80: Dachwasserfassung Nördlinger Hütte

Das gesammelte Wasser wird Speichern zugeleitet, die die Aufgabe haben, die Schwankungen zwischen Wasserzulauf und Wasserbedarf auszugleichen. Aufgrund des unregelmäßigen Dargebots (meist sehr direkt von der Witterung bzw. den Niederschlägen abhängig) müssen die Rohwasserspeicher von Oberflächenwassersammlungen ausreichend groß dimensioniert sein, um auch eine Periode ohne Zufluss zu überdauern. Meist liegt der Rohwasserspeicher unterhalb der Hütte, sodass Pumpen und andere Anlagen zur Drucksteigerung notwendig sind.

3.3.3.2 Rohwasserspeicherung

Die Rohwasserspeicher dienen zum Ausgleich zwischen Wasserdargebot und Wasserverbrauch in einer bestimmten Periode, da in der Regel die Quellschüttung in l/s geringer ist als der Spitzenbedarf des zu versorgenden Objekts. Bei einer sehr konstanten Wasserspende beträgt die Größe derartiger Speicher ca. das 1-2fache des maximalen Tageswasserbedarfs. Je unregelmäßiger die Wasserspende ist, desto größer muss das Volumen der Rohwasserspeicher ausgelegt werden. Bei der Nutzung des auf den Dachflächen anfallenden Regenwassers muss der Speicher so groß gewählt werden, dass der Hüttenbetrieb während einer Schönwetterperiode aufrecht erhalten werden kann.



Abbildung 81: Einstieg in GFK-Tiefbehälter - Neue Traunsteiner Hütte

Rohwasserspeicher sind nach Möglichkeit als Hochbehälter auszubilden, bei denen das Wasser im freien Gefälle der Hütte zuläuft. Nach Möglichkeit sollte der Behälter im Gelände ca. 20 bis 40 Höhenmeter oberhalb der Hütte situiert sein. Einen Sonderfall eines Hochbehälters stellen Roh- oder Trinkwasserspeicher dar, welche im Dachboden einer Hütte untergebracht sind. Für den ordentlichen Betrieb von Haushaltsgeräten bzw. von Duschen muss aber bei dieser Situierung meist eine Drucksteigerungsanlage vorgesehen werden.



Abbildung 82: Eingesteinter Edelstahl-Hochbehälter - Watzmannhaus

Tiefbehälter werden dann vorgesehen, wenn die Wassergewinnungsstelle unterhalb der Hütte liegt. Das Wasser muss sodann mit einer Elektropumpe in die Hütte gefördert werden, wobei dies meist in Form von Hauswasserwerken erfolgt. Darunter

versteht man die Zwischenschaltung eines Wind- oder Membrankessels zwischen Pumpe und Hausinstallation, wodurch die Hütte bei konstantem Druck mit Trink- und Nutzwasser versorgt werden kann. Durch diese Einrichtung braucht die Pumpe nicht bei jeder Wasserentnahme in Betrieb genommen werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Wasser aus der Quelle in einem kleinen Tiefbehälter zu sammeln und von hier aus über eine Schwimmer gesteuerte Pumpe einen Hochbehälter zu füllen. Welche der beiden Möglichkeiten die günstigere ist, muss in der Detailprojektierung ermittelt werden. Unter Umständen kann auch ein hydraulischer Widder für die Förderung des Wassers aus dem Tiefbehälter verwendet werden. Ob die dazu erforderlichen Voraussetzungen gegeben sind, muss ebenfalls in der Detailprojektierung ermittelt werden.

3.3.3.3 Wasserleitung

Die Wasserleitung stellt die Verbindung zwischen dem Rohwasserspeicher und der Hütte dar. Als Material für die Wasserleitung bei Schutzhütten werden in der Regel PE-Schläuche eingesetzt. Der Durchmesser dieser Leitungen ist so groß zu wählen, dass der augenblickliche Spitzenverbrauch vom Speicher zur Hütte nachgefördert werden kann. Da es auf vielen Hütten auch im Sommer zu Minustemperaturen kommen kann, sind die Leitungen entweder in einer frostfreien Tiefe zu verlegen oder mit einer entsprechenden Dämmung zu versehen. Bei sehr kompaktem Untergrund (z.B. Fels) werden aus wirtschaftlichen Gründen die Leitungen auch oberflächlich verlegt. Bei der Verlegung der Leitung soll darauf geachtet werden, dass möglichst keine Tief- und Hochpunkte bei der Leitungsführung entstehen.



Abbildung 83: Wasserleitung (von Tiefbehälter) - Lamsenjochhütte

3.3.3.4 Haustechnik

Wie in Abbildung 76 ersichtlich, fallen unter den Begriff „Haustechnik“ alle Inneninstallationen (Leitungen, Armaturen) wie auch Aufbereitungsanlagen und Hauswasserwerke, falls diese notwendig sind.

Druckerhöhungsanlagen

Wenn der hydrostatische Druck in der Versorgungsleitung zur Versorgung aller Verbraucher in einem Objekt nicht ausreicht, oder Wasser in einem im Gebäude liegenden Tageswasserspeicher zwischengespeichert wird, so ist eine Druckerhöhungsanlage notwendig. In der Regel besteht eine Druckerhöhungsanlage aus mehreren Pumpenmotoren, die in den Wasserkreislauf eingebunden sind. Über eine Steuerung werden die Pumpen so geschaltet, dass der erforderliche Wasserdruck im System stets gewährleistet werden kann. Um ein ständiges Ein- und Ausschalten der Pumpen zu vermeiden, wird bei einem Hauswasserwerk ein Druckausgleichsbehälter (Windkessel, Membranbehälter) zwischengeschalten. Hierdurch werden die Pumpenmotoren geschont, was eine Erhöhung der Lebensdauer zur Folge hat.



Abbildung 84: Druckerhöhungsanlage Rappenseehütte

Wasseraufbereitung durch Desinfektion

Unter Wasseraufbereitung ist die zielgerichtete Veränderung der Wasserqualität zu verstehen. Dazu zählen sowohl die Entfernung als auch die Zuführung von Stoffen. Für Schutzhütten ist die Entfernung von Stoffen durch physikalische Verfahren (z.B. Sedimentation) und mechanische Verfahren (z.B. Filtration) maßgeblich. Wasser, welches hinsichtlich Wasserqualität und Schutz der Wasserressource bereits nach der Gewinnung den rechtlichen Vorschriften entspricht, braucht nicht aufbereitet werden.

Zur Erzielung eines hygienisch einwandfreien Zustandes müssen Wässer, welche Krankheitserreger bzw. Indikatoren für Krankheitserreger enthalten, desinfiziert werden. Die hygienische Aufbereitung in Form einer Desinfektion, meist in

Verbindung mit einer vorgeschalteten Partikelentfernung, ist die meist verwendete Wasserbehandlung auf Schutzhütten.
Des weiteren trifft man auf Schutzhütten vereinzelt auch Anlagen zur Anreicherung von sehr weichen Wässern (aus Oberflächenwassergewinnung) mit Mineralsalzen an. Dies deshalb weil diesen Wässern die Pufferkapazität fehlt, was die Lebensbedingungen der Mikroorganismen in der Kläranlage und damit die Reinigungsleistung verschlechtern kann.

Nachstehend wird auf die Möglichkeiten der Wasserdesinfektion kurz eingegangen.
Für die Trinkwasserdesinfektion sind lt. Österreichischem Lebensmittelbuch folgende Verfahren zulässig (in Deutschland ist die Rechtslage ähnlich):
Chlorung mit Natrium-, Kalium-, Calcium- oder Magnesiumhypochlorit
Chlorung mit Chlorgas
Behandlung mit Chlordioxid
Ozonung
UV-Bestrahlung [12]

Mikro- und Ultrafiltration ist derzeit als alleinige Methode nicht zur Wasserdesinfektion zugelassen. Zu ihrem Einsatz hält der Deutsche Verband für das Gas- und Wasserfach (DVGW) fest, dass eine nachgeschaltene Desinfektion nötig bzw. dringend zu empfehlen ist. Ein Problem ist derzeit noch die ständige Überwachung der ordnungsgemäßen Funktion sowie die bislang fehlende Zertifizierungsmöglichkeit der Membrananlagen.

Abbildung 85: Wasseraufbereitungsanlage Höllentalangerhütte - Kompaktanlage

Jegliche Maßnahmen für die Wasseraufbereitung, sei es für die Hygiene bzw. für andere Zwecke, bedürfen einer fachgerechten Planung und nachfolgenden Überwachung des Betriebes. **Es können durch eine unsachgemäße Planung und Ausführung bzw. durch sorglosen Betrieb einer Wasseraufbereitungsanlage erhebliche Gesundheitsschäden entstehen.**

UV – Anlagen

Strahlen im Wellenlängenbereich von ca. 200 bis 300 nm haben eine antibakterielle Wirkung. In der Regel erfolgt die UV-Wasserdesinfektion kontinuierlich in Durchflussgeräten. Damit die Strahlen die Keime erreichen, muss das Wasser weitgehend frei von trübenden und färbenden Stoffen sein, so dass meist ein Partikelfilter vorgeschaltet ist. Es muss dicht am Strahler vorbeifließen, eine ausreichende Strahlungsdosis muss vorhanden sein. Die Dosis ist das Produkt aus der UV-Bestrahlungsstärke und der Verweilzeit des Wassers im Durchflussgerät. Es ist zu beachten, dass während des Betriebs die Strahlungsdosis zurückgeht, weshalb Wartung und Strahlerwechsel meist nach einem Jahr erforderlich sind.[13] Für die Zwecke der Desinfektion von Trinkwasser dürfen nur zertifizierte Anlagen eingesetzt werden.

Bei Schutzhütten ist die Desinfektion von Trinkwasser mittels einer UV-Bestrahlung die weitaus meist eingesetzte Methode.

Vorteile: UV-Wasserdesinfektion gilt als wirksam und sicher und verändert weder den Geschmack, die Farbe, noch den Geruch des Wassers. Es erfolgt kein Zusatz von Chemikalien, somit keine Trihalomethanbildung. [14]

Nachteile: Die UV-Behandlung hat keine Depotwirkung, wodurch bei längerem Aufenthalt die Gefahr einer Nachverkeimung besteht. Die Wirkung der UV-Bestrahlung hängt vom Transmissionsgrad (Maße für die Trübe) ab.

Wasseraufbereitung mit Ozon – Ozonierung

Dabei handelt es sich um ein Verfahren der Desinfektion durch Zugabe von Ozon als Oxidationsmittel. Ozon ist bei Raumtemperatur gasförmig, ein Molekül aus drei Sauerstoffatomen (O_3).

Bei der Ozonierung (auch Ozonisierung genannt) kommt es durch die reaktive Wirkung von Ozon zu einer sehr schnellen Inaktivierung von Bakterien und Viren. Im Gegensatz zur Chlorung ist die desinfizierende Wirkung der Ozonierung nicht dauerhaft, da Ozon sehr instabil ist und schnell mit organischen Wasserinhaltsstoffen reagiert. Das kann dazu führen, dass bei langen Wasserleitungen ozonfreies Wasser am Zapfhahn ankommt, was zu sekundären Infektionen (Wiederverkeimung) führen kann. [14] Die Ozonierung ist für den Einsatz auf Berg- und Schutzhütten ungeeignet.

Vorteile: kurze Reaktionszeit, virizide Wirkung, keine Bildung von Geruchs- oder Geschmacksstoffen, zusätzliche Sauerstoffanreicherung

Nachteile: Ozon muss wegen des raschen Zerfalls an Ort und Stelle aus getrockneter Luft oder technischem Sauerstoff hergestellt werden (in einem Hochspannungs-Wechselfeld). Hoher Energieeinsatz, schwerer löslich als Chlorgas (Faktor 100), daher Eintrag aufwendig; Bildung von nitrosen Gasen (reagieren im Wasser zu salpetriger Säure), wenn Luft nicht ausreichend getrocknet ist. Hohe Investitionskosten, giftiges Gas (Unfallgefahr!), keine anhaltende Wirkung wegen raschem Zerfall (Nachverkeimungsgefahr). Durch den hohen Einsatz von Energie und Betriebsmitteln sowie die häufig notwendige Wartung ist die Ozonierung ein teures Aufbereitungsverfahren und wird in den letzten Jahren kaum noch angewendet.

Wasseraufbereitung – Chlorung

Es handelt sich um ein chemisches Verfahren, bei dem Chlor als Gas (Chlorgas) oder Hypochloritlösung dem Trinkwasser zur Desinfektion zugesetzt wird. Für die Desinfektion wirksam ist dabei das freie Chlor (HOCl). Den Chlorverbrauch durch organische Stoffe nennt man Chlorzehrung. Der Nachweis über die Wirkung der Desinfektion wird über den Restchlorgehalt (freies Chlor) geführt. Eine Wiederverkeimung wird bei ausreichender Dosierung verhindert. Je geringer der Trübungsgrad des zu entkeimenden Wassers und sein Gehalt an organischen Substanzen ist, desto sicherer verläuft der Desinfektionsprozess. Jedenfalls sind bei der Verwendung von Chlorgas strenge Arbeitnehmerschutzbestimmungen und technische Richtlinien einzuhalten, so dass auf Berg- und Schutzhütten, wenn überhaupt, nur eine Chlorung mittels Zugabe einer Hypochloridllösung in Frage kommt.



Abbildung 86: Wasseraufbereitung durch Chlorung auf der Nördlinger Hütte

Das aufbereitete Wasser darf eine festgelegte Größe an Restchlor nicht überschreiten.

Bei der im Zuge der Evaluierung untersuchten Anlage wird in das Wasser eine Hypochloridlösung in die Wasserleitung eingespeist und die Dosierung automatisch überwacht. Die Wirkung beruht auf dem Gehalt an gelöstem Chlordioxid im Wasser, welches Keime und Bakterien abtötet

Vorteile: Die Kosten der erforderlichen Apparate und auch die laufenden Betriebskosten sind vergleichsweise gering. [14]
Nachteile: Chlor ist für alle Lebewesen in zu hohen Dosierungen schädlich bzw. kann tödlich sein. Es werden daher besonders hohe Anforderungen an den Betrieb derartiger Anlagen gestellt.

3.3.4 Darstellung der erhobenen Wasserversorgungsanlagen – Vergleich der Systeme

Im Bereich der Wasserversorgung ist man durch die natürlichen Gegebenheiten stark eingeschränkt. Eine freie Wahl des Systems, vergleichbar mit der Abwasserentsorgung, ist dadurch meist nicht möglich. Bei vielen Kennzahlen erschien es hinsichtlich der Gruppierung der Hütten jedoch sinnvoll, einerseits in Hütten mit Quellen und andererseits in Hütten mit Oberflächenwassersammlung zu unterscheiden, da sich sehr verschiedene Ausgangssituationen ergeben. Ein weiteres Gruppierungsmerkmal ist die Notwendigkeit der Aufbereitung des gewonnenen Wassers. Wenn eine Aufbereitung erforderlich ist, wird sie bei den untersuchten Hütten fast ausschließlich mittels UV-Anlage mit vorgeschalteter Partikelentfernung (Filter) durchgeführt. Ausnahmen bilden die Aufbereitung mittels Wasseraufbereitungstabletten (ein Objekt) und eine Aufbereitung mittels Chlorung (ein Objekt).

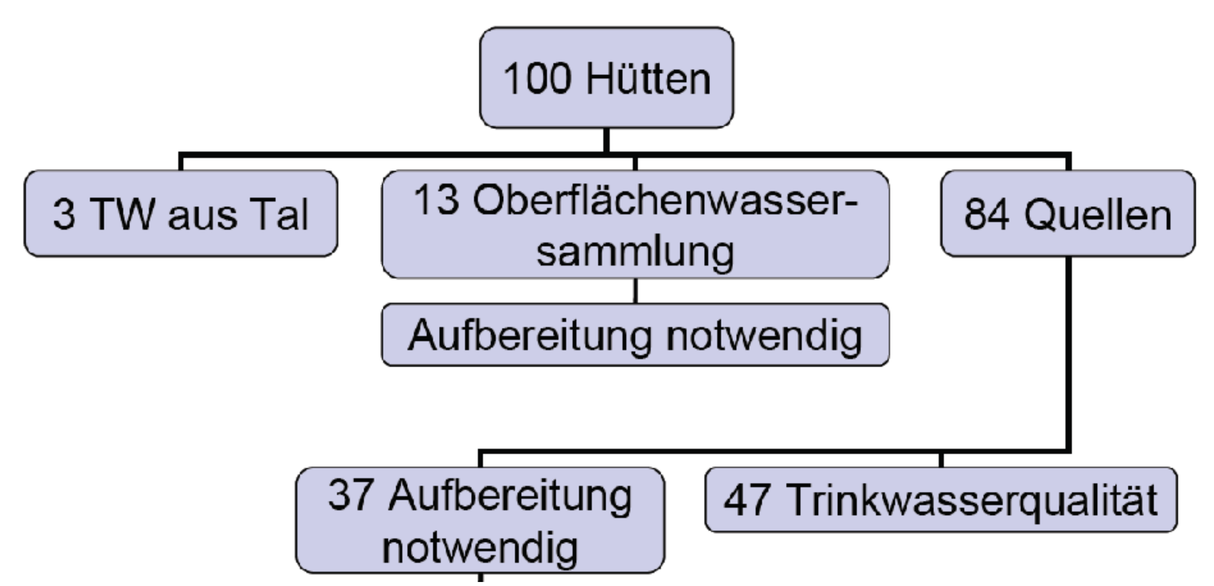


Abbildung 87: Wassergewinnungen aus der Erhebung

Von den 100 erhobenen Hütten beziehen drei ihr Trinkwasser mit PET-Flaschen oder Großgebinden aus dem Tal. Sie sind nicht in den Diagrammen unten enthalten. Bei 13 Hütten wird Oberflächenwasser gesammelt. Dieses Wasser muss immer aufbereitet werden. Die restlichen 84 Hütten können auf Wasser aus einer Quelle zurückgreifen. Bei 37 ist noch eine Aufbereitung notwendig, bei den verbleibenden 47 nicht.

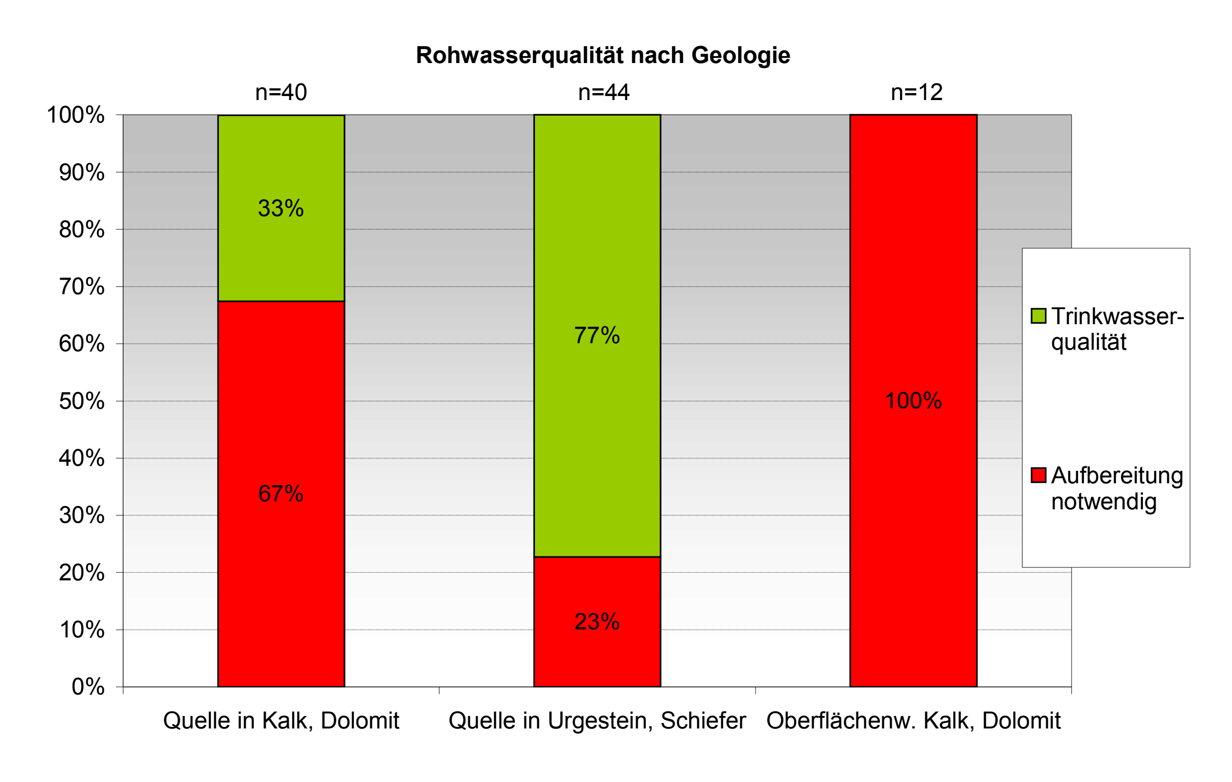


Abbildung 88: Rohwasserqualität in Abhängigkeit von der Geologie

In Urgestein und Schiefer finden sich etwa gleich viele Quellen wie in Kalk und Dolomit. Der Unterschied besteht, wie aus obigem Diagramm eindeutig ersichtlich, in der Rohwasserqualität. 77% der Quellen in Urgestein und Schiefer liefern Trinkwasserqualität, im Gegensatz zu 33% in Kalk und Dolomit.
Bei der Oberflächenwassersammlung ist immer eine Aufbereitung (meist UV-Desinfektion) notwendig. Eine Oberflächenwassersammlung befindet sich im Urgestein und wird hier nicht dargestellt.

Die Auslegungsgröße der Speicher für die 100 Hütten der Evaluierung wurde im Zuge der Kennzahlenermittlung berechnet und ist im Folgenden dargestellt. Allerdings ist bei jeder Planung an einer Wasserversorgungsanlage auf ihre individuellen Bedingungen (Niederschlag – Wasserverbrauch) einzugehen.

Die Kennzahl besteht aus 90 von 97 möglichen Einzelwerten. Sieben Hütten verfügen über keinen Rohwasserspeicher, eine Hütte fiel allein in eine Gruppe und wurde nicht dargestellt. Somit sind 89 Werte im Diagramm enthalten.

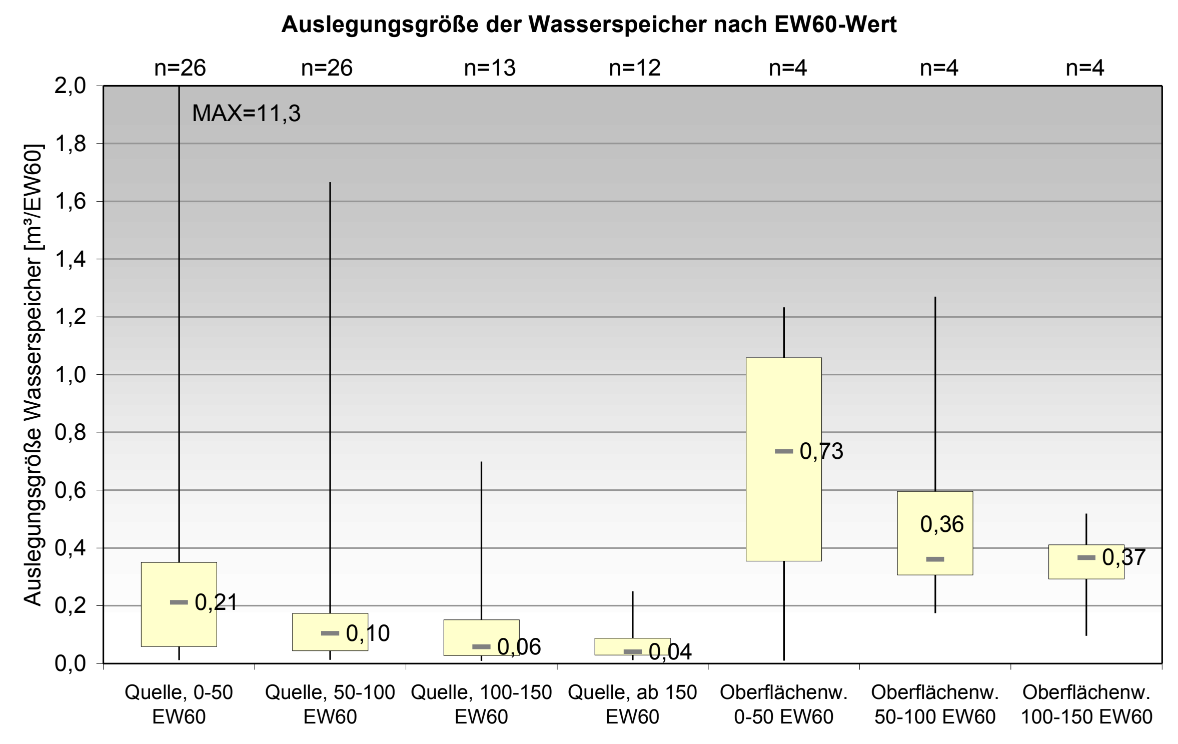


Abbildung 89: Auslegungsgröße der Rohwasserspeicher nach Quell- und Oberflächenwasserversorgung

Bei Hütten mit Oberflächenwassersammlung wurden die Rohwasserspeicher um das ca. 3- bis 6-fache größer ausgelegt, als bei Hütten, die über Quellen versorgt

werden. Dies liegt sicher in der Unregelmäßigkeit des Wasserdargebots bei der Oberflächensammlung begründet. Bei Quellen ist im Idealfall von einer konstanten Schüttung auszugehen. Die Oberflächenwassersammlung ist dagegen starken Schwankungen unterworfen.

Weiters ist auffällig, dass die relative Auslegungsgröße mit zunehmender Hüttengröße sinkt. Kleine Hütten haben pro EW_{60}-Wert einen größeren Wasservorrat als große Hütten. Dafür könnte es zwei Erklärungen geben: Bei größeren Hütten vergleichmäßigt sich der Wasserbedarf, oder es wird auch die Dimensionierung wegen der doch schon höheren Kosten exakter vorgenommen und der Rohwasserspeicher genauer an den Bedarf angepasst.

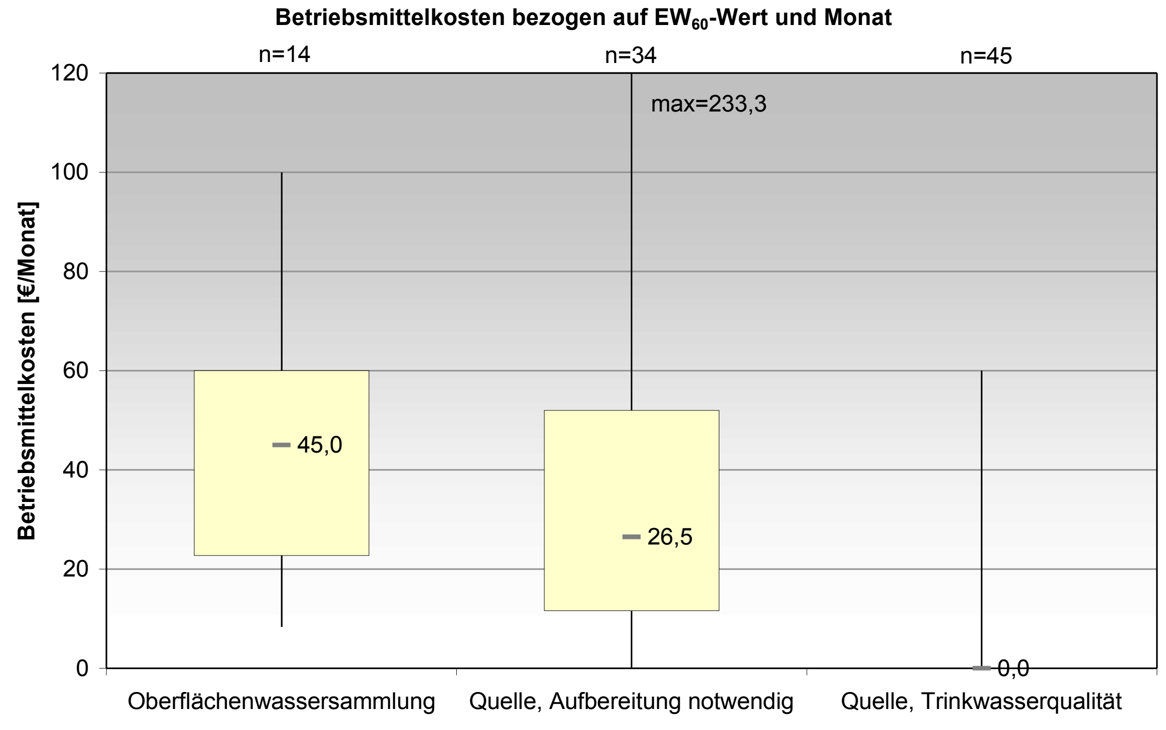


Abbildung 90: Betriebsmittelkosten der Wasserversorgung

Im Diagramm oben sind die Betriebsmittelkosten der Wasserversorgungsanlagen in Euro pro Monat dargestellt. Neben den drei aus dem Tal versorgten Hütten fehlen vier weitere, bei denen keine Angaben zu den Betriebsmittelkosten gemacht werden konnten.

Es ist offensichtlich, dass Hütten mit Oberflächenwassersammlungen die höchsten Betriebsmittelkosten zu tragen haben (Median € 45,00/Monat). Das Minimum dieser Gruppe liegt bei € 8,33, das heißt, dass alle Oberflächenwassersammlungen Betriebskosten verursachen.

Bei quellversorgten Hütten müssen nicht notwendigerweise Betriebsmittelkosten auftreten; insbesondere dann nicht, wenn keine Aufbereitung nötig ist, und das Wasser im freien Gefälle von der Quelle zur Hütte fließen kann. Wohl deswegen liegt der Median der dritten Gruppe bei € 0 pro Monat.

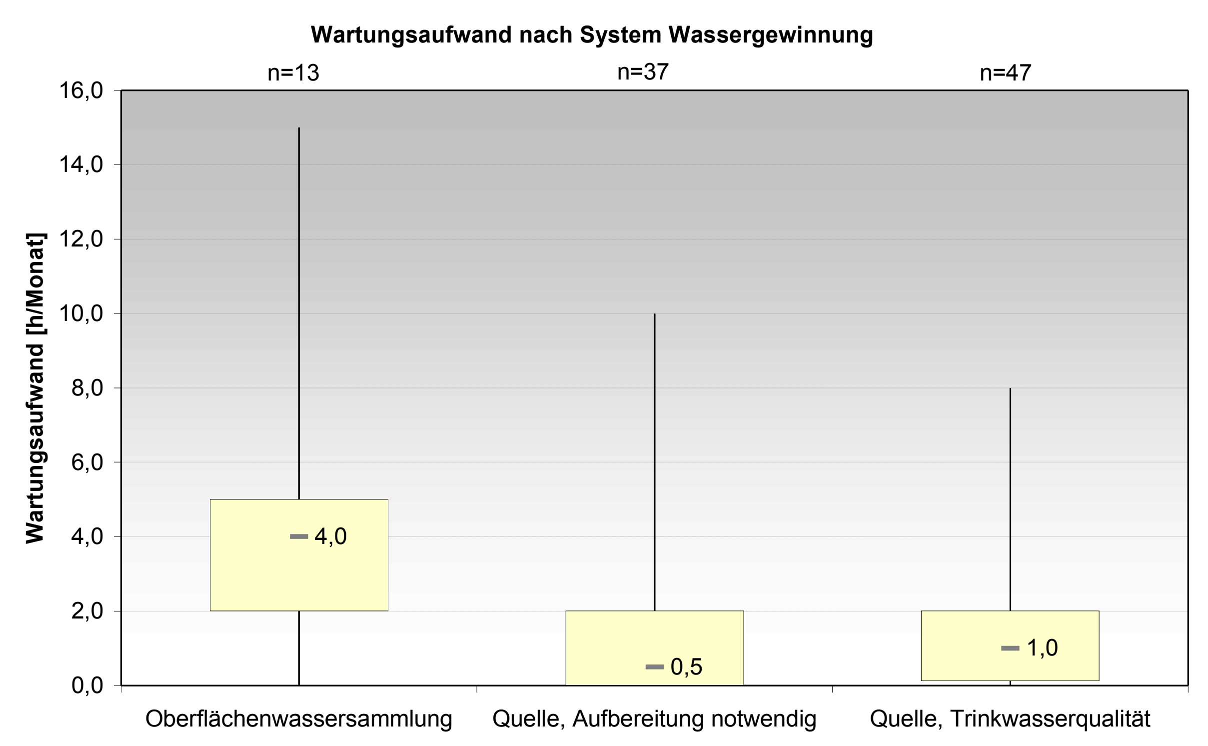


Abbildung 91: Wartungsaufwand der Wasserversorgung

In der Abbildung sind 97 Werte dargestellt, drei Hütten werden mit Trinkwasser aus dem Tal versorgt. Die von den Betreibern angegebene Wartungsdauer der Anlagen bei den quellversorgten Hütten ist mit 0,5 - 1,0 Stunden pro Monat (jeweils Median) sehr gering. Im Vergleich deutlich höher liegt der angegebene mittlere Wartungszeitaufwand bei den Hütten, die auf die Sammlung von Oberflächenwasser zurückgreifen müssen: nämlich bei 4,0 Stunden pro Monat.

Aus technischer Sicht ist der angegebene Wartungszeitaufwand jedoch als zu gering einzuschätzen. Es besteht somit eine offensichtliche Divergenz zwischen der tatsächlich für die Wartung der Wasserversorgungsanlage aufgewendeten und der im Allgemeinen dafür erforderlichen Zeit. Empfehlenswert wäre, deutlich mehr Zeit für die Wartung aufzuwenden. Siehe hierzu Kapitel 3.7.2 Wasserversorgung – Betrieb und Wartung.

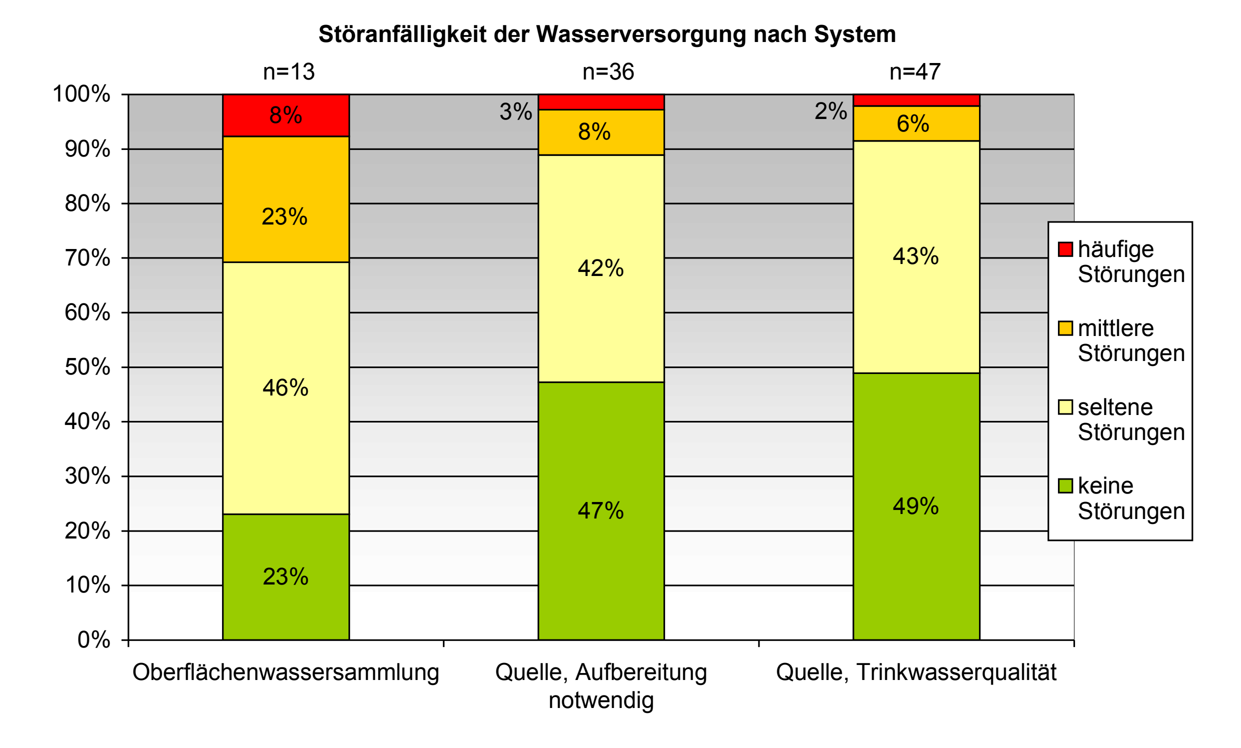


Abbildung 92: Störungshäufigkeit der Wasserversorgung

In der Abbildung werden 96 Werte dargestellt, drei Hütten beziehen ihr Trinkwasser aus dem Tal, von einem Hüttenwirt wurde keine Angabe zur Störanfälligkeit abgegeben.

Die Störanfälligkeit wurde in folgende Gruppen eingeteilt: keine = 0 Störungen, selten = 1 Störung pro Monat oder weniger, häufig = 1-2 Störungen pro Monat, sehr häufig = mehr als 2 Störungen pro Monat.

Neben den drei aus dem Tal versorgten Hütten fehlt eine weitere, bei der keine Angabe zu den Störungen gemacht wurde.

Die drei am häufigsten genannten Störungsgruppen waren erstens der Wassermangel, insbesondere bei Hütten in Karstgebieten und bei Winterbetrieb. Am zweithäufigsten wurden Probleme mit der Wasserleitung genannt, die von Verstopfungen bis hin zu Beschädigungen bei Bauarbeiten oder durch Unwetter reichten. Drittens wurden Probleme in Zusammenhang mit Frost genannt.

Zusammenfassend gibt es im Bereich der Wasserversorgung wenig bzw. keine Störungen. Jedoch haben Hütten mit Oberflächenwassersammlung öfter mit Störungen zu kämpfen.

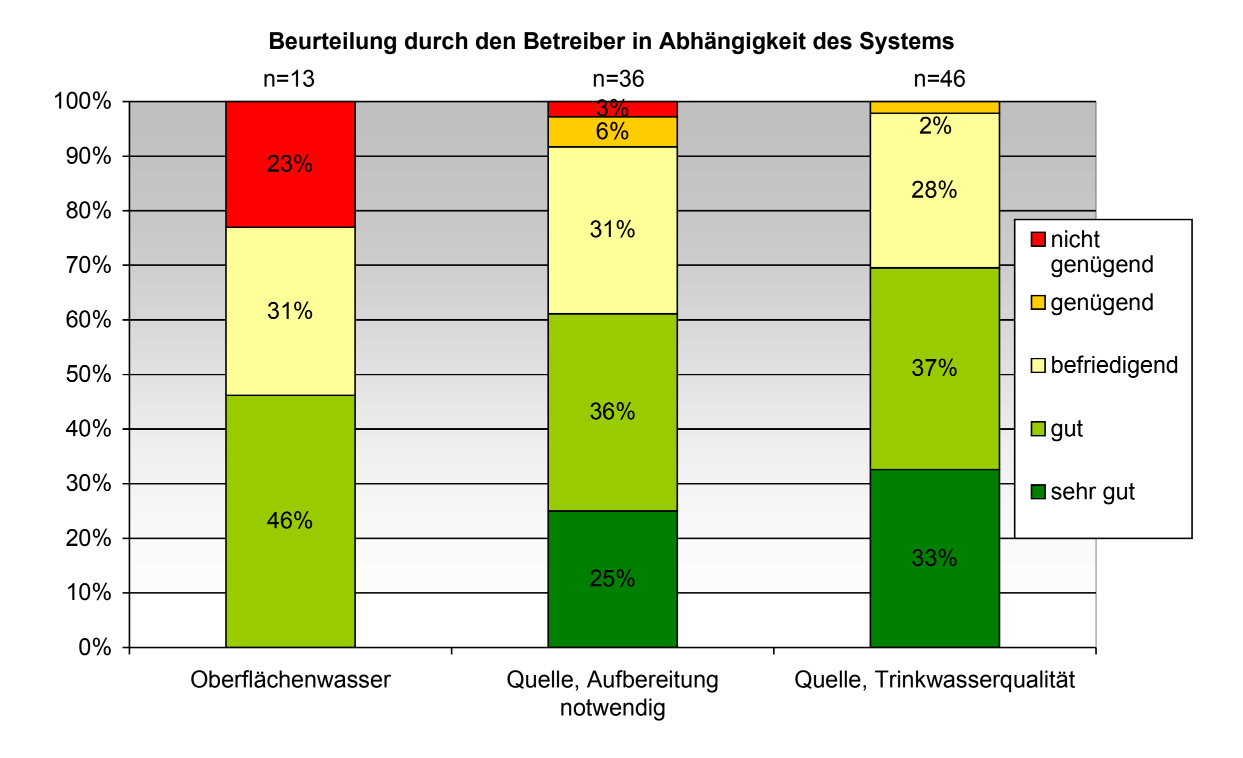


Abbildung 93: Beurteilung der Wasserversorgung durch den Betreiber (Zufriedenheit)

Neben den drei aus dem Tal versorgten Hütten fehlen zwei weitere, bei denen keine Beurteilung abgegeben wurde.

Insgesamt wird die Wasserversorgung mit „gut" bis „befriedigend" beurteilt. Dabei fällt auf, dass Versorgungen mittels Quellen besser beurteilt werden, als die Oberflächenwassersammlungen. Keine der Oberflächenwassersammlungen wurde mit „sehr gut" beurteilt; 23% (entspricht drei Hütten) bekamen gar ein „nicht genügend". Offensichtlich ist diese Form der Wassergewinnung, neben anderen möglichen Problemen, auch für den Betreiber nicht optimal.

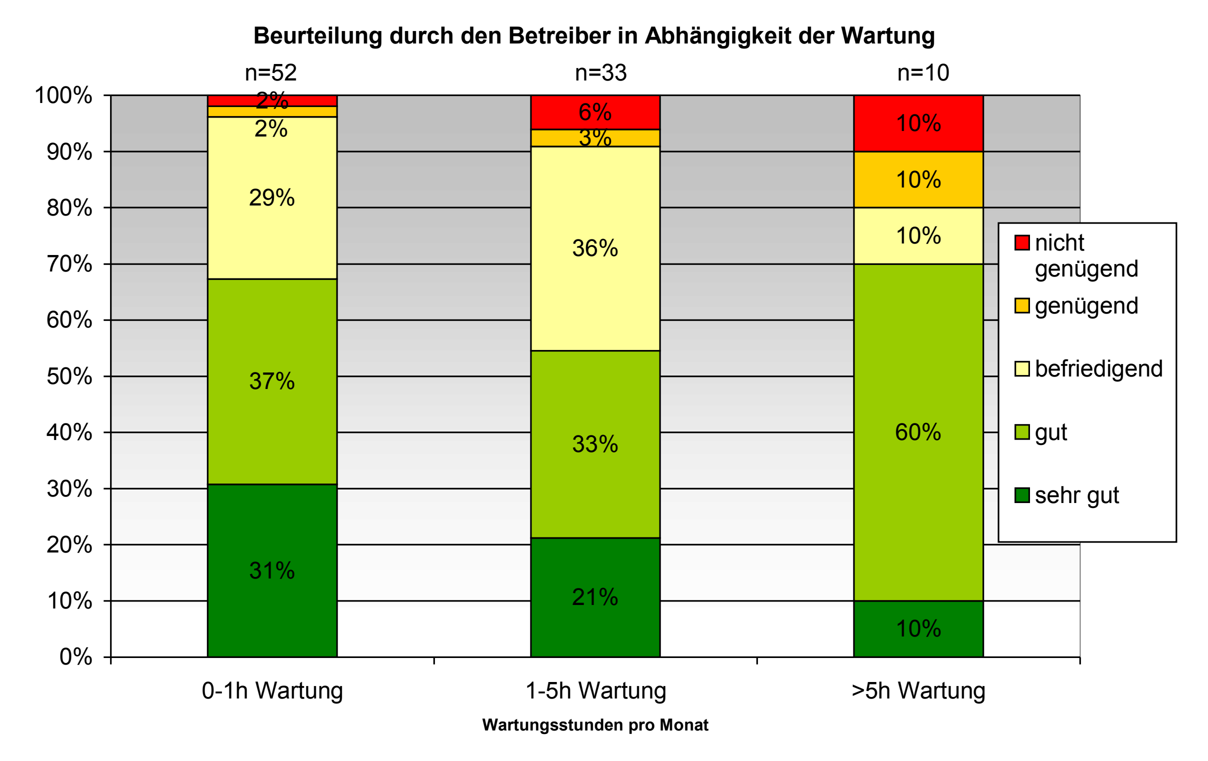


Abbildung 94: Beurteilung der Wasserversorgungsanlage durch den Betreiber in Abhängigkeit von der Wartung

Neben den drei aus dem Tal versorgten Hütten fehlen zwei weitere, bei denen keine Beurteilung abgegeben wurde.

Generell fällt die Beurteilung der Wasserversorgung gut aus. Auffallend ist, dass bei höherem Wartungszeitaufwand die Anzahl der mit „sehr gut“ beurteilten Hütten zurückgeht und mehr Wirte ein „genügend“ oder „nicht genügend“ vergeben. Offensichtlich ist es für die Beurteilung durch die Betreiber maßgebend, wieviel Wartungstätigkeiten eine Anlage benötigt.

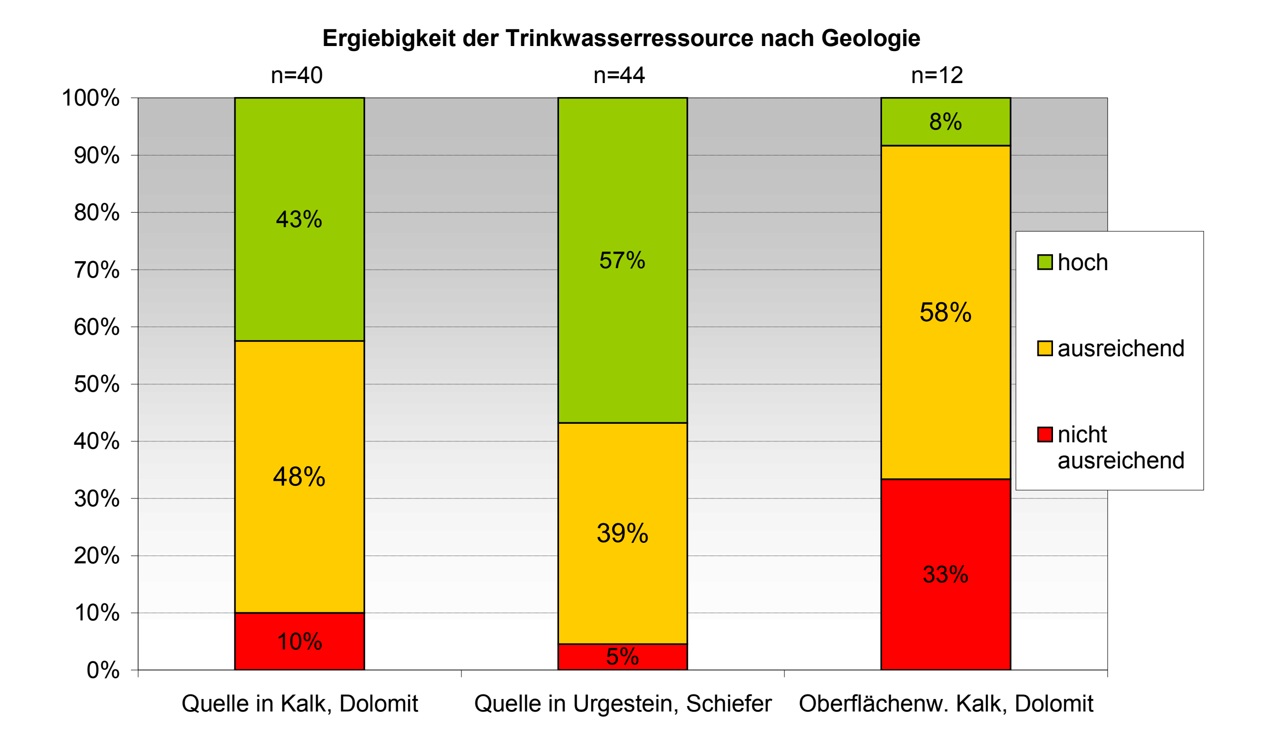


Abbildung 95: Ergiebigkeit der Trinkwasserressource in Abhängigkeit von der Geologie

Neben den drei aus dem Tal versorgten Hütten fehlen zwei weitere, da sie eine zu kleine Gruppe (n<3) bildeten.
Quellen im Urgestein oder Schiefer sind ergiebiger als jene in Kalk oder Dolomit. Nur zwei (5% von 44) Quellen wurden hier als nicht ausreichend ergiebig bezeichnet. Dagegen sind vier (10% von 40) Quellen im Kalk oder Dolomit nicht ausreichend.
Oberflächenwassersammlung wird hauptsächlich in Gegenden mit Kalk oder Dolomit betrieben. Es fand sich nur eine im Urgestein bzw. Schiefer, die hier nicht dargestellt wird. Die Oberflächenwassersammlung liefert seltener eine ausreichende Wassermenge als die Versorgung aus Quellen.

3.3.5 Empfehlungen für die Optimierung von Ver- und Entsorgungsanlagen

Hat man bei der Abwasserentsorgung unabhängig von den äußeren Bedingungen mehrere Möglichkeiten zur Auswahl eines bestimmten Systems, so bedingen bei der Wasserversorgung die örtlichen Gegebenheiten das zu wählende System.

- Generell kann jedoch festgestellt werden, dass jedenfalls bei der Planung der Wasserversorgungsanlage die Umgebung der Hütte sehr genau hinsichtlich

des Vorkommens von Quellen zu erkunden ist. Der Gewinnung von Grund- und Bergwasser ist auch bei einer geringeren Verweilzeit als der 60-Tage-Grenze [15] gegenüber einer Oberflächenwasserversorgung der Vorzug zu geben.

- Ebenso sind Quellen auch dann zu fassen, wenn sie nicht den gesamten Tageswasserbedarf einer Hütte abdecken können. Gegebenenfalls muss neben der Nutzung einer Quelle auch das System der Oberflächenwassergewinnung eingesetzt werden. Das aus der Oberflächenwassersammlung gewonnene Wasser kann bei Eignung sodann auch unaufbereitet z.B. für die Toilettenspülung verwendet werden. Bei diesen Systemen zur kombinierten Trink- und Brauchwassernutzung müssen aber getrennte Speicher und getrennte Leitungen verwendet werden. Neben dem Vorteil der höheren Wasserreserve hat dieses duale System aber auch Nachteile: Einerseits verursacht es höhere Kosten, andererseits besteht die Gefahr der Verwechslung der Leitungen.

Nachstehend sind einige grundlegende Empfehlungen zu den einzelnen Teilen einer Wasserversorgungsanlage enthalten.

3.3.5.1 Empfehlungen zur Wassergewinnung

- Aufgrund der in der Regel besseren Wasserqualität sollte auch bei geringer Schüttung vorrangig das Quellwasser genutzt werden. Durch die Nutzung von Oberflächenwasser kann mittels eines zweiten Verteilungssystems zusätzlich eine Brauchwasserversorgung z.B. für die Toilettenspülung erfolgen.
- Die Folgen des Klimawandels (z.B. längere Trockenperioden) können negative Auswirkungen auf die Quellschüttungsmengen sowie auf die Nutzung von Gletscher- und Schneeschmelzwässer haben. Auf diesen Umstand ist in der Bemessung der Speicherkapazitäten einzugehen.

Quellen

- Bei Quellen, deren Fassung geplant ist, müssen Schüttungsmessungen eine ganze Saison über durchgeführt werden, wenn möglich sogar mehrjährig. Erkundigungen über die Konstanz und Menge der Schüttung sind bei Personen, die die Quelle schon lange kennen (z.B. Hüttenwirt) einzuholen.
- Das Gefährdungspotential der Quelle ist abzuschätzen. Falls die Quelle unterhalb der Hütte liegt, ist jedenfalls jegliches Gefährdungspotential, welches von der Hütte ausgehen könnte, auszuschalten (z.B. Abwasserversickerung).
- Die Quellnutzung ist durch eine behördliche Bewilligung oder eine privatrechtliche Vereinbarung abzusichern.

Oberflächenwassergewinnung

- Oberflächenwasser muss bei einer Nutzung als Trinkwasser immer desinfiziert werden.
- Bei Dachflächenwassernutzung sind trinkwasserzugelassene Eindeckungsmaterialien zu verwenden. Das Wasser ist schon vor der Speicherung einer Filtration zu unterziehen, sodass grobe Schmutzstoffe gar nicht in den Rohwasserspeicher gelangen können.
- Bei der Nutzung von Dachflächenwässern ist insbesondere auf Verschmutzungen durch den Hüttenbetrieb selbst (z.B. Rauchgase, Entlüftung von Kläranlagen etc.) bedacht zu nehmen.
- Bei Gletscherschmelzwasser ist der Gehalt an Kohlenwasserstoffen zu prüfen (manchmal verursacht durch Flugzeugrouten – Kerosin!).

3.3.5.2 Empfehlungen zur Wasserspeicherung

- Es sind jedenfalls trinkwasserzugelassene Materialien mit besonderem Augenmerk auf eine leicht zu reinigende Oberfläche zu verwenden (z.B.: Edelstahl, PE, Beton).
- Die Einstiege in Rohwasserspeicherbehälter und Brunnenstuben nicht über der Wasseroberfläche anordnen, dadurch kann eine mögliche Verschmutzung des Wassers beim Öffnen des Deckels vermieden werden. Der

Rohwasserspeicher ist sowohl gegen Frost, als auch gegen Erwärmung zu dämmen. Die Erd- und Schneelast ist zu berücksichtigen.

- Jeder Wasserspeicher ist so zu konzipieren, dass er ordnungsgemäß gereinigt werden kann. Bei Behältern mit größeren Fassungsvolumen sind Einstiegsöffnungen vorzusehen.
- Die Größe des Rohwasserspeichers ist abhängig vom Spitzentageswasserverbrauch und soll bei einer Quellwassergewinnung circa das zweifache desselben ausmachen. Bei Hütten mit Oberflächenwasserversorgung sind in der Regel wesentlich größere Speichervolumen vorzusehen (siehe Abbildung 89).
- Bei quellversorgten Hütten mittlerer Größe hat sich in der Regel eine Dimensionierung auf ca. den 2-fachen Spitzentageswasserverbrauch als ausreichend erwiesen. Bei Hütten mit Oberflächenwasserversorgung sind in der Regel wesentlich größere Speichervolumen vorzusehen.
- Bei kombinierter Trink- und Brauchwassernutzung sind getrennte Speicher und Versorgungsleitungen (ohne Überbrückungsmöglichkeit) vorzusehen.

3.3.5.3 Empfehlungen zur Wasserleitung

- Das Material ist so wählen, dass möglichst wenig Verbindungen benötigt werden (z.B. PE-Schläuche). Bei der Verlegungstiefe ist die Frostgefahr zu berücksichtigen, wie auch oberflächliche Erosionen z.B. nach Hageleinwirkung und Starkregen, Steinschlag, Geländebewegungen, Hangrutschungen oder Beschädigung der Leitung durch Weidevieh. Ebenso ist durch die Art der Verlegung eine Erwärmung des Wassers in der Leitung zu verhindern.
- Grundsätzlich ist anzustreben, Wasserleitungen unter Niveau frostfrei zu verlegen. Sollte aus wirtschaftlichen Gründen eine frostfreie Verlegungstiefe nicht möglich sein, so sind wärmegedämmte Leitungen (werksmäßig vorisoliert) vorzusehen.
- Die Leitung ist nach Möglichkeit in stetigem Gefälle zu verlegen, sodass keine Hoch- und Tiefpunkte (Ablagerungen!) entstehen können. Wenn es die Topographie nicht zulässt, muss an den Tiefpunkten eine Entleerungsmöglichkeit und an Hochpunkten evtl. eine Entlüftungsmöglichkeit vorgesehen werden. Des weiteren muss in der Hütte eine

Enleerungsmöglichkeit installiert werden. Das auslaufende Wasser darf jedoch nicht über die Kläranlage entsorgt werden. Prinzipiell müssen alle trink- und brauchwasserführenden Leitungen (in der Hütte und außerhalb) nach Saisonende, d.h. bei längerer Stillstandsphase, entleert werden.

- Die Leitungstrasse sowie Auslassstellen sind im Gelände zu kennzeichnen oder von einem Geometer einmessen zu lassen, sodass sie bei Bedarf wieder aufgefunden werden können.

3.3.5.4 Empfehlungen zur Haustechnik

- Der Bereich Haustechnik zählt zwar formal nicht mehr zur Wasserversorgung, dennoch beeinflusst sie maßgebend den Wasserverbrauch.
- Sämtliches in der Hütte verwendete Wasser soll einer Wasserzählung unterzogen werden. Zu überlegen ist der Einbau von Wasserzählern auch für getrennte Verbrauchergruppen (wie z. B. Toilettenspülung etc.).
- Der Einsatz von wassersparenden Armaturen (Wasserhähne, Toilettenspülung etc.) ist zu empfehlen. Bei Wassermangel ist der Einsatz von wasserlosen Urinalen und von Trockentoiletten zu empfehlen.
- Die Frostsicherheit von Armaturen, Mischern, WC-Spülern etc. ist sicherzustellen.
- Bei der Installation eines Trinkwasserleitungs- und eines gesonderten Brauch- bzw. Nicht-Trinkwasserleitungsnetzes ist jegliche Verbindung zwischen den Systemen verboten.

3.3.5.5 Empfehlungen zur Wasseraufbereitung

Am häufigsten wird die Wasseraufbereitung mittels einer UV–Desinfektionsanlage bewerkstelligt. Sie verändert weder Geschmack noch Farbe oder Geruch des Wassers.

Die Anordnung der UV-Desinfektionsanlage kann grundsätzlich auf zwei Arten erfolgen:

1. Zuführung des desinfizierten Wassers von der UV-Anlage direkt zu den Verbrauchern ohne Zwischenschaltung eines Reinwassertanks
2. Zwischenschaltung eines Reinwassertanks (Tagesspeichervolumen) zwischen der UV-Anlage und den Verbrauchern (siehe auch Abbildung 96).

Bei Möglichkeit 1 steht die UV-Anlage in Dauerbetrieb. Dadurch verbraucht die UV-Anlage selbst mehr Strom gegenüber Variante 2, jedoch bedarf die Zuleitung zu den Verbrauchern keiner eigenen Druckerhöhungspumpe. Die UV-Anlage ist auf den augenblicklichen Spitzenwasserbedarf der Hütte auszulegen. Hierbei ist anzumerken, dass die handelsüblichen UV-Desinfektionsanlagen bei einer Nenngröße von ca. 1m³ Durchsatz pro Stunde beginnen. Diese Menge ist für kleinere und mittlere Hütten in der Regel für den Spitzenwasserbedarf ausreichend.
Bei Möglichkeit 2 wird die UV-Anlage nur dann in Betrieb genommen, wenn der Reinwassertank befüllt wird. Dadurch verringert sich die Laufzeit der UV-Anlage und sie verbraucht weniger Strom als bei Variante 1, jedoch hat die Druckerhöhungspumpe einen zusätzlichen Strombedarf. Zu beachten ist, dass sich die Lebensdauer der UV-Anlagen durch häufiges Ein- und Ausschalten verringert.
Für die Dimensionierung des Trinkwasserpufferspeichers (Reinwasserbehälter) kann der maximale Tageswasserverbrauch herangezogen werden. Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass es zu keinen zu langen Standzeiten (Stagnation) im Tageswasserspeicher kommt, da ansonsten eine Wiederverkeimung des Trinkwassers eintreten kann.
Welche von den beiden Möglichkeiten für den jeweiligen Anwendungsfall die günstigere ist, muss durch einen Fachmann festgelegt werden.

- Prinzipiell kann der Einsatz von Komplettmodulen (UV-Anlage inkl. Filter- und Steuereinheit) empfohlen werden. Diese Komplettmodule bestehen in der Regel aus den in der Abbildung dargestellten Komponenten. Diese werden auf einer Mehrschichtplatte vormontiert und sind somit platzsparend einzubauen. Alternativ können auch Ultrafiltrationsanlagen als Filter der UV-Anlage vorgeschaltet werden. Die Ultrafiltration ist zwar prinzipiell zur Entkeimung von Wasser geeignet, jedoch ist sie als alleinige Maßnahme zur Wasserdesinfektion zumindest in Deutschland und Österreich nicht zugelassen.
- Vor der Planung der UV-Anlage müssen Wasseranalysen im Bereich der Strahlungsdurchlässigkeit und des SAK (Spektral Absorbtions Koeffizient) durchgeführt werden. Dadurch kann die notwendige Anlage hinsichtlich erhöhter Strahlerleistung oder zusätzlicher Filter für gelöste Stoffe (z.B. Aktivkohlefilter) angepasst werden. Denn nur bei Einhaltung der geforderten Werte kann die Funktionsfähigkeit der Anlage gewährleistet werden.

- Da Wasser aus einer Oberflächensammlung keine Bodenpassage durchläuft, kann sich das natürliche Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht nicht einstellen und die Pufferkapazität des Wassers ist sehr gering. Die freie Kohlensäure des Wassers greift die Leitungen an und beeinträchtigt die Abbauleistung in der Abwasserreinigungsanlage. Auf diesen Umstand ist bei der Planung bedacht zu nehmen (z.B.: durch Aufhärtung über eine Verrieselung des Wassers über einen Dolomitfilter).
- Auf eine Chlorung des Wassers soll nur in Notsituationen zurückgegriffen werden, diese Art der Wasserdesinfektion ist als Dauerlösung nicht zu empfehlen.

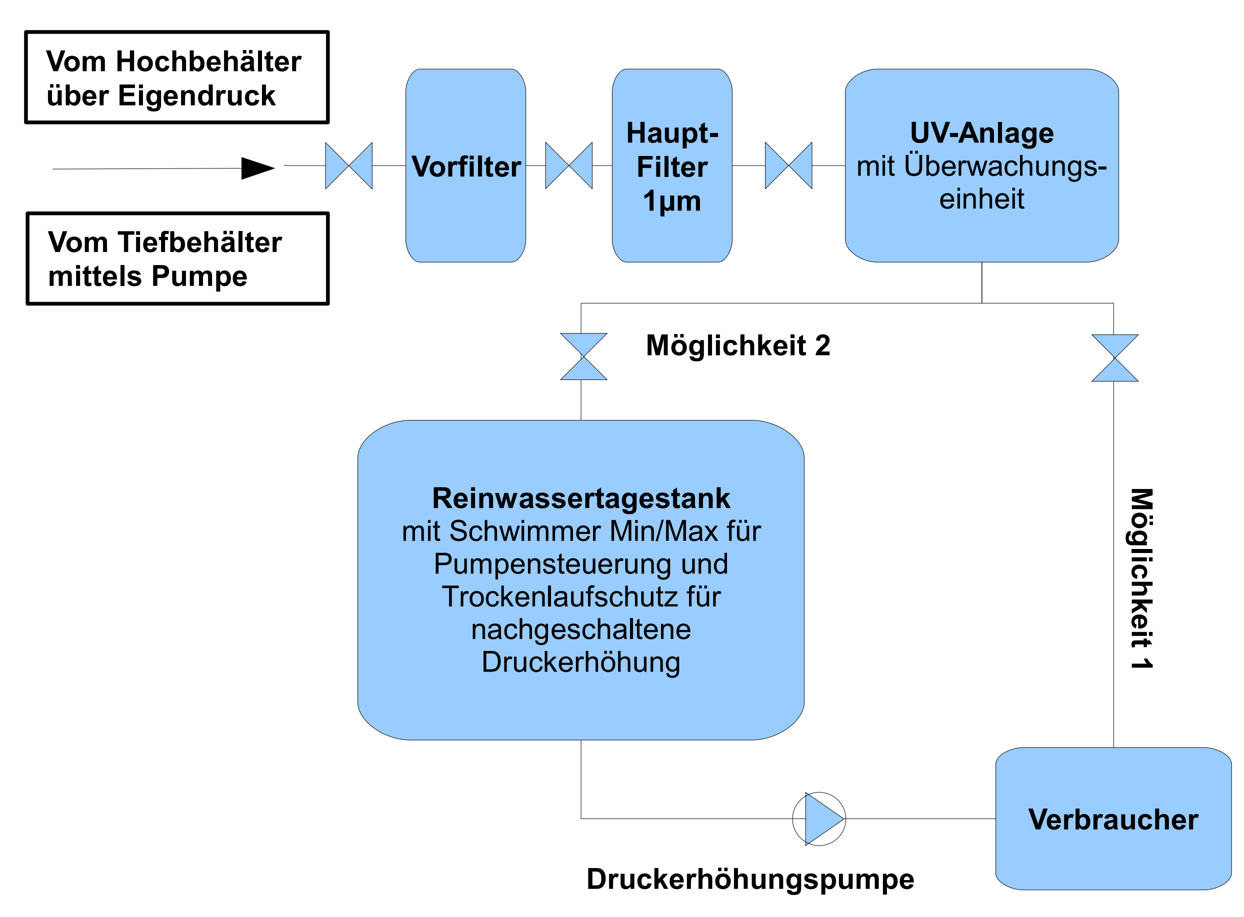


Abbildung 96: Schema Wasseraufbereitung mit UV-Desinfektionsanlage mit / ohne Reinwassertagestank

Tabelle 17: Strombedarf UV - Anlage

Durchflussmenge	elektrische Anschlussleistung	Strombedarf nach Betriebsart	
	Gesamtmodul	Permanent	Zyklen (2x1 std/d)
m³/h max.	Watt [W]	kWh/d	kWh/d
1	50	1,2	0,1
3	75	1,8	0,15

3.3.5.6. Investitionskosten einer Wasserversorgungsanlage

Die Investitionskosten einer Wasserversorgungsanlage bei Schutzhütten haben einen großen Streuungsbereich aufgrund der sehr unterschiedlichen örtlichen Gegebenheiten, die auf die Gesamtkosten einen wesentlich höheren Einfluss haben, als die Größe der Anlage selbst. Dies deshalb, da Quellfassung und Wasserleitung in den meisten Fällen unabhängig der Anlagengröße zu Buche schlagen. Im Wesentlichen ist nur das Speichervolumen abhängig von der Hüttengröße.

Die erhobenen Werte der Investitionskosten liegen in Abhängigkeit von der Art der genutzten Wasserressource im Mittel in folgendem Bereich: Bei Versorgung über Quellen zwischen 50.000 und 130.000 € und bei der Oberflächenwassersammlung zwischen 35.000 und 110.000 €.

Zur Abschätzung des Investitionsrahmens sind nachfolgend Richtwerte für die einzelnen Anlagenteile einer Wasserversorgungsanlage dargestellt. Diese Richtwerte stammen aus dem von den Ländern übermittelten Investitionskosten von geförderten Projekten.

Tabelle 18: Investitionskosten einer Wasserversorgungsanlage

Anlagenteil	Kosten (€ von bis)	Einheit
Wassergewinnung – Quellfassung	20.000 – 40.000	Stk.
Wasserleitung	60 - 180	lfm
Rohwasserspeicherung	2.000 – 3.500	m³
Haustechnik - UV-Anlage und Filtration	6.000 – 8.000	Stk.

3.4 Bereich Abwasserentsorgung – Planung und Errichtung

3.4.1 Allgemein

Die Abwasserreinigung auf Berg- und Schutzhütten dient dem Schutz des Grundwassers im Hüttenbereich und unterliegender Vorkommen. Ökosystem und Trinkwasserressourcen sollen geschont werden. Der erforderliche Reinigungsgrad wird durch die jeweiligen rechtlichen Vorschriften bestimmt. Durch die üblicherweise schwierigen Transportverhältnisse und die ungünstigen Witterungsbedingungen auf Hütten sind die Errichtung und der Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen auf Schutzhütten sehr kostenintensiv.

Die örtlichen Rahmenbedingungen stellen für die Planung und Errichtung von Abwasserreinigungsanlagen auf Schutzhütten einen sehr wesentlichen Faktor dar. Für die Auswertung der erhobenen Daten wurden folgende örtliche Rahmenbedingungen bzw. folgende system- bzw. betriebsabhängige Gruppierungsmerkmale definiert: Transportaufwand (Art der Versorgung), Seehöhe, Geologie, Sommer- und Winterbetrieb, kostenintensive Energieversorgung, Trink-/Nutzwasserversorgung knapp, Geländetopographie (steil/felsiger Untergrund), rechtliche Vorgaben, Bemessungsgröße der Anlage, Trockentoiletten, Ergiebigkeit der Wasserversorgung, Wartungsaufwand, Fremdwartung.

Die Zusammensetzung des Abwassers von Berg- und Schutzhütten hängt von mehreren Faktoren ab. Die Verfügbarkeit von Wasser, der Verbrauch von Warmwasser und die Art der Bewirtschaftung beeinflussen sie stark. Zusätzlich treten im Verlauf eines Jahres bzw. einer Saison durch die unterschiedliche Belegung starke Schwankungen in der Abwassermenge und seiner Zusammensetzung auf.
Objekte mit vielen Tagesgästen und nur wenigen bzw. keinen Übernachtungen weisen meist eine wesentlich geringere Konzentration von organischen Stoffen, bei jedoch überdurchschnittlichen Ammoniumfrachten, auf (hauptsächlich aus Grau- und Gelbwässern), als bei Objekte mit überwiegend Nächtigungsgästen.

Generell ist die Schmutzstoffkonzentration im Abwasser von Berg- und Schutzhütten deutlich höher als bei vergleichbaren Objekten im Tal. Hierauf ist bei der Dimensionierung der Abwasserreinigungsanlage einzugehen.
Abwässer bei Hütten weisen im Allgemeinen eine wesentlich geringere Temperatur auf, als jene im Tal.

In der Regel sind Objekte in Einzellage dadurch charakterisiert, dass ihre Ver- und Entsorgungssysteme autark funktionieren müssen. Man spricht von einer sogenannten Insellage. Deshalb ist es wichtig, dass die einzelnen Anlagen aufeinander abgestimmt sind, durch eine integrale Betrachtungsweise werden die gegenseitigen Wechselbeziehungen aufgezeigt.

3.4.2 Darstellung der anwendbaren Systeme

Im Folgenden werden die auf den 100 untersuchten Hütten vorgefundenen Kläranlagensysteme kurz dargestellt. Neben einer Kurzbeschreibung werden Systemskizzen, Bilddokumentationen und Übersichtstabellen zu Vor- und Hauptreinigungssystemen sowie zur Schlammbehandlung angeführt. Es wird darauf hingewiesen, dass diese Kapitel sich ergänzen, daher gemeinsam betrachtet werden müssen und keinesfalls aus ihrem Zusammenhang gerissen werden dürfen.
Die Darstellungen sind so aufgebaut, dass auch ein Nichtfachmann in das Metier der Abwasserreinigung eingeführt wird. Die folgenden Ausführungen erheben keinen Anspruch auf eine lehrbuchmäßige und erschöpfende Abhandlung.

3.4.3 Verfahrensschritte der Abwasserreinigung

Vorreinigung: Die Vorreinigung dient der Elimination der Feststoffe. Dazu werden mechanische Verfahren (z.B. Absetzen oder Sieben) angewandt. Sie wird vor der Hauptreinigung eingesetzt und entlastet diese.

Hauptreinigung: Die Hauptreinigung dient der Elimination der gelösten Stoffe. Dazu werden biologische und physikalische Prozesse angewandt.

Weitergehende Reinigung: Die weitergehende Reinigung dient zur Elimination von Inhaltsstoffen, die in der Hauptreinigung nicht entfernt werden konnten.

Schlammbehandlung: Unter dem Begriff der Schlammbehandlung versteht man die Behandlung der abgetrennten Abwasserinhaltsstoffe (die aus dem Abwasser entfernten festen, pastösen oder schlammförmigen Stoffe = Klärschlamm) mit mechanischen und biologischen Verfahren.

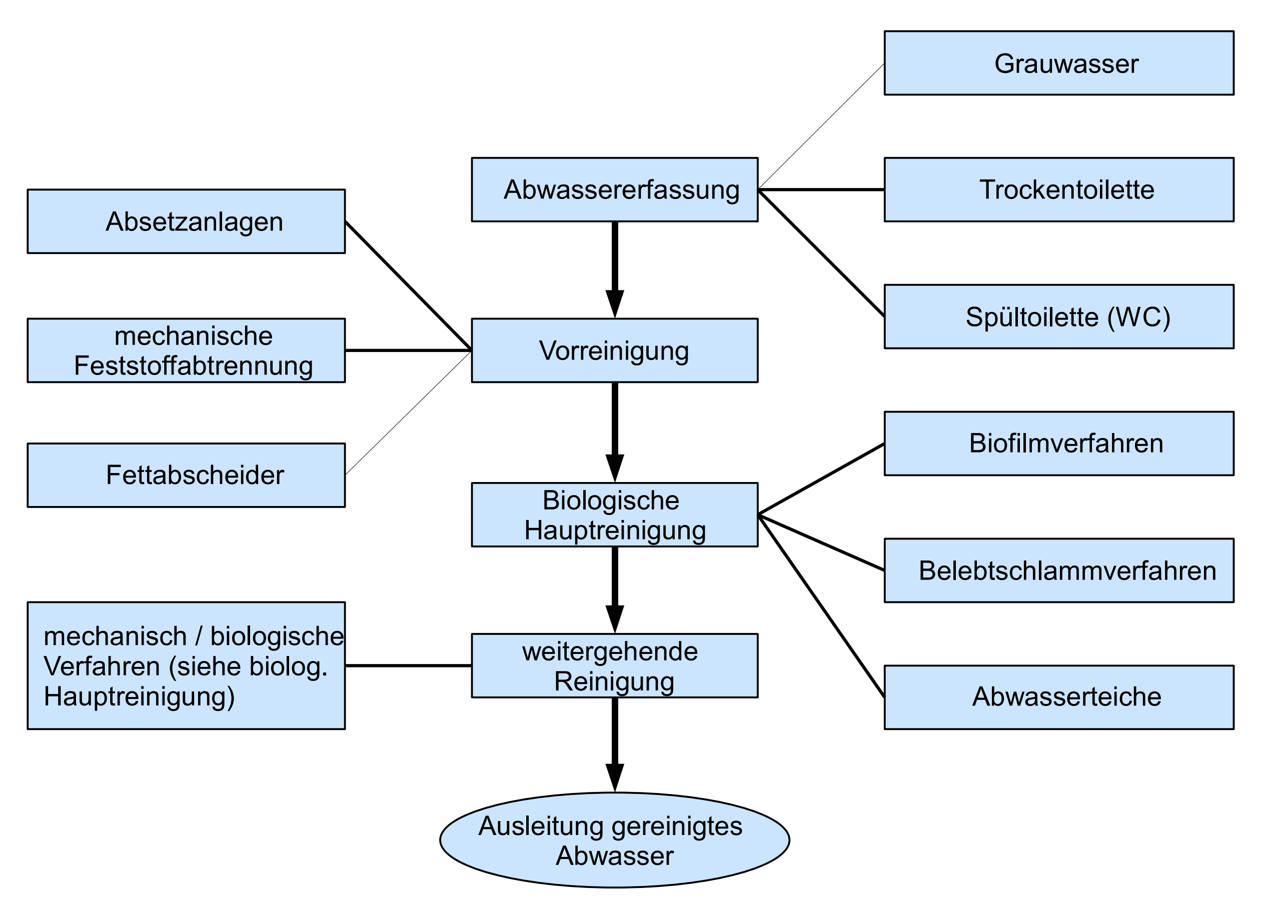


Abbildung 97: Darstellung der Komponenten einer Abwasserreinigungsanlage

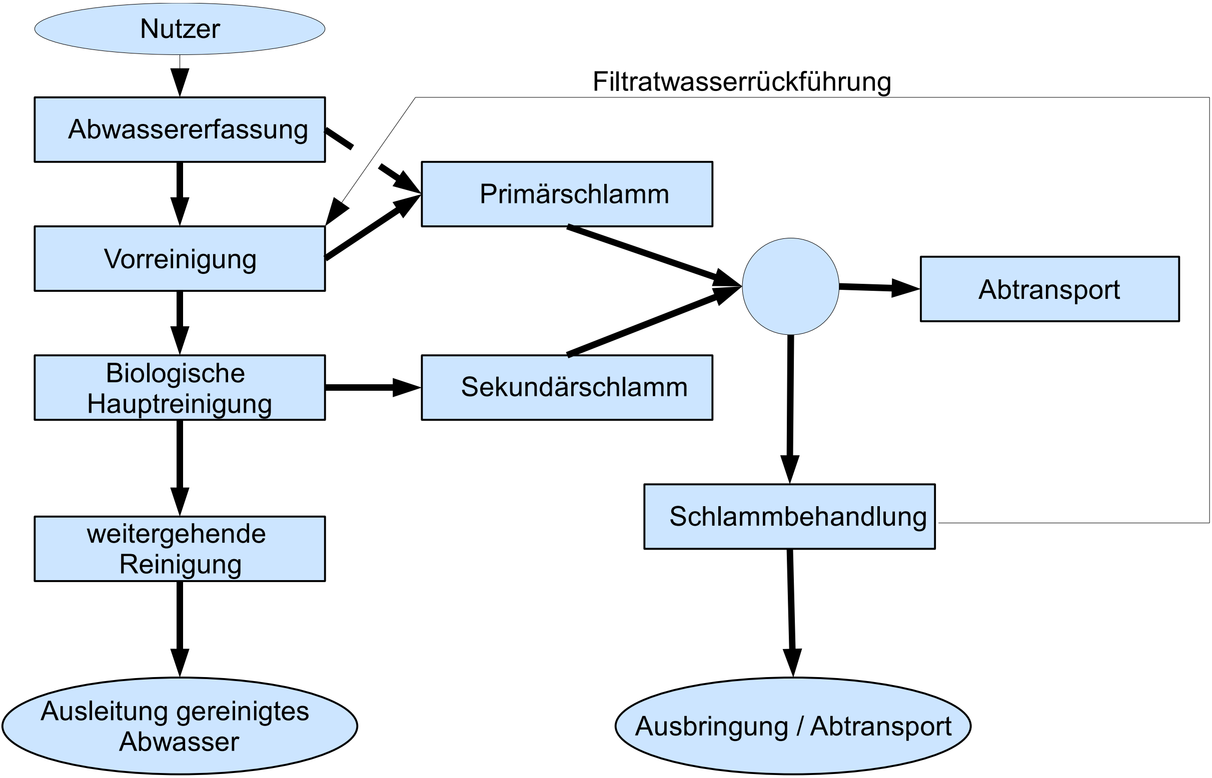


Abbildung 98: Schema Abwasserreinigung

Da heute die biologische Abwasserreinigung als Stand der Technik betrachtet wird, bestehen entsprechende Abwasserreinigungsanlagen aus Vorreinigung und Hauptreinigung. In Einzelfällen können bei Schutzhütten mit geringem Abwasseranfall und unter entsprechenden hydrogeologischen Bedingungen auch rein mechanische Reinigungssysteme bewilligt werden.

Bei jeder Abwasserbehandlung fallen Reststoffe (Schlamm, sonstige abgetrennte Abwasserinhaltsstoffe) an, die entsorgt werden müssen.

3.4.3.1 Vorreinigung

Es werden auf den folgenden Seiten die auf den 100 erhobenen Hütten vorgefundenen Vorreinigungssysteme mit einer Kurzbeschreibung und einer Schemazeichnung dargestellt.

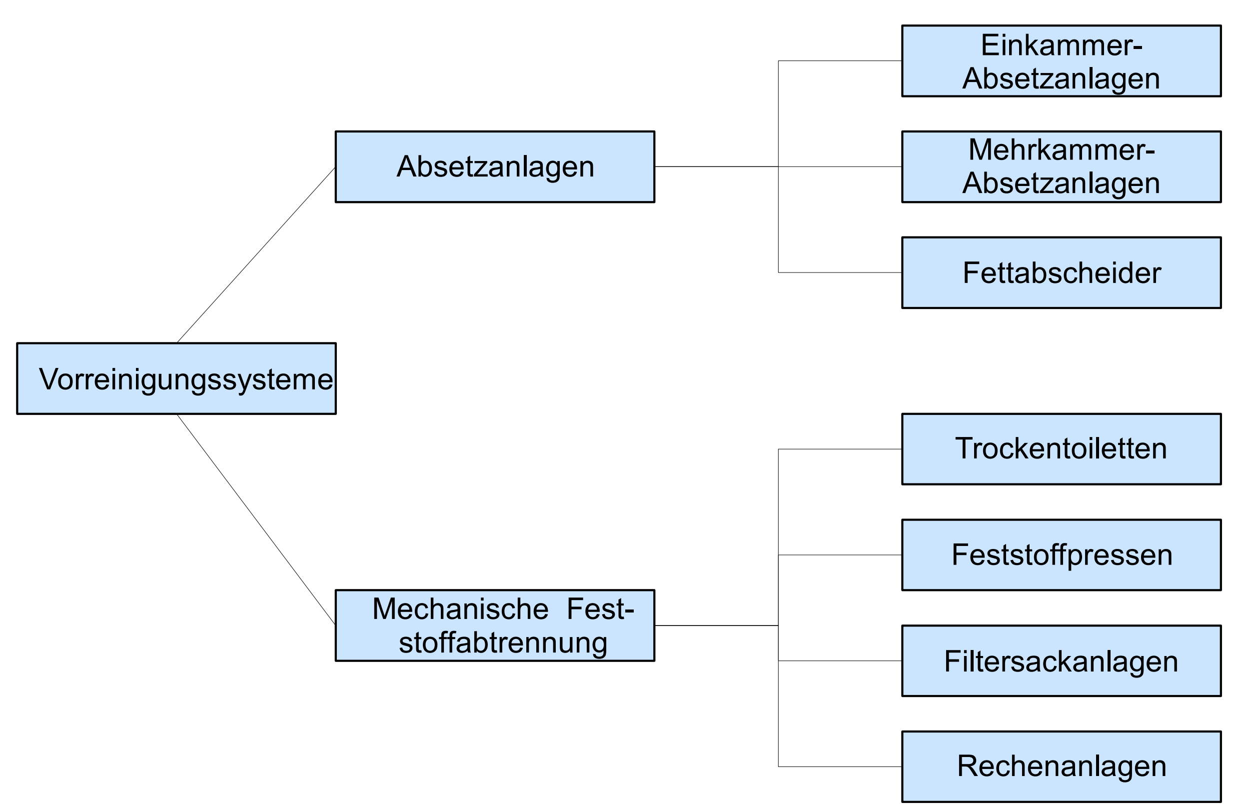


Abbildung 99: Vorreinigungssysteme

In den Absetzanlagen fällt Nassschlamm an, wogegen in der mechanischen Feststoffabtrennung Trockenschlamm abgeschieden wird.

Fettabscheider

Fettabscheider (Leichtstoffabscheider) dienen der Abtrennung von Fetten und Ölen aus Küchenabwässern, die die Abwasserreinigung sonst in ihrer Funktion beeinträchtigen würden. Schmutzwässer anderer Herkunft dürfen nicht eingeleitet werden.

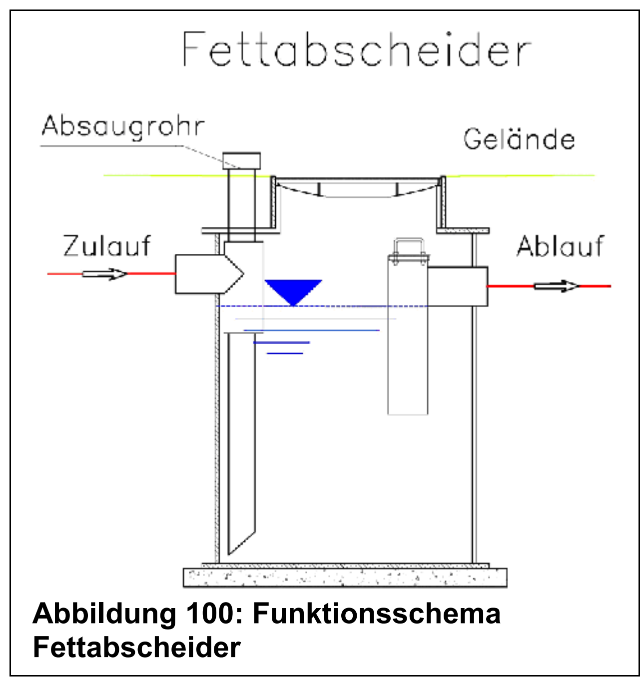


Abbildung 100: Funktionsschema Fettabscheider

Die meisten Fettabscheider funktionieren nach dem Schwerkraftprinzip und sind aus einem Fettsammler sowie einem Schlammfang aufgebaut. In der Anlage verringert sich die Fließgeschwindigkeit des Abwassers. Dabei sinken die Sink- und Feststoffe (z.B. Essensreste) zu Boden und setzen sich im Schlammfang ab. Fett schwimmt aufgrund seiner geringeren

Dichte auf, sammelt sich an der Oberfläche und kann entnommen werden. Die nachfolgenden Reinigungsstufen werden dadurch entlastet. Auf eine regelmäßige Entfernung der Schwimmstoffe (Abschöpfen in verschließbare Transportbehälter) und des abgesetzten Bodenschlamms (=> Vorklärbecken, Siebanlage etc.) laut Betriebs- und Wartungsanleitung ist zu achten.

Absetzanlagen

Absetzanlagen wurden bei den 100 untersuchten Hütten in Ein- sowie in Mehrkammerausführung (oft 3-Kammerbecken) vorgefunden. Das Abwasser wird nach dem Gravitationsprinzip gereinigt. Feststoffe werden am Beckenboden abgelagert oder schwimmen auf und bilden einen Schwimmschlamm. Es werden dadurch etwa 20% der organischen Schmutzfracht aus dem Abwasser entfernt. Meist kommt es auch zu anaeroben Abbauprozessen (daher auch der Begriff „Faulgrube“), die unangenehme Gerüche verursachen und die nachfolgende Reinigung beeinträchtigen können. Der anfallende Nassschlamm wird im Absetzbecken gespeichert und in der Regel am Saisonende abgezogen. Durch aufschwimmende Stoffe (restl. Fette und Öle, anaerob auftreibende abgesetzte Schlammteilchen etc.) kommt es in Absetzbecken oft zur Bildung einer Schwimmschlammdecke. Diese sollte zur Verhinderung einer zu großen Schichtdicke ggf. durch mechanische Einwirkung (Abspritzen, Rühren, Zerschlagen) zerstört, jedenfalls aber zumindest einmal pro Betriebsjahr entfernt werden. Bei einigen ausreichend groß dimensionierten Absetz- und Schlammspeicheranlagen wird der Sekundärschlamm in die mechanische Vorreinigung rückgeführt und dort gemeinsam mit dem Primärschlamm bis zur Entsorgung zwischengestapelt.

Trockentoiletten

Mit dem Begriff Trockentoiletten wird sowohl der Sanitärgegenstand (Sitzstelle) wie auch die darunter angeordnete Auffangvorrichtung für die Fäkalien bezeichnet. Im Gegensatz zu den Wasserspültoiletten benötigen die Trockentoiletten kein Spülwasser für den Transport der Fäkalien. Sie fallen einfach in den darunter liegenden Fäkalbehälter.



Abbildung 101: Trockentoilette (Fäkalbehälter und Abluft)

Es gibt Systeme von Trockentoiletten, bei denen eine Rotte bereits im Fäkalbehälter angestrebt wird, bei anderen Systemen dient dieser nur zur

Lagerung derselben. Mittels Zugabe von Strukturmaterial und Kompostaktivatoren (z.B. Traubenkernschrot) wird der Rotteprozess beschleunigt.

Der Inhalt der Fäkalbehälter wird nach deren Befüllung zur weiteren Rotte in Boxen, die außerhalb der Hütte zu situieren sind, verfrachtet. Vereinzelt sind auch Betriebsweisen bekannt, wo der Inhalt ohne weitere Zwischenrotte direkt ins Tal zur Entsorgung abtransportiert wird.

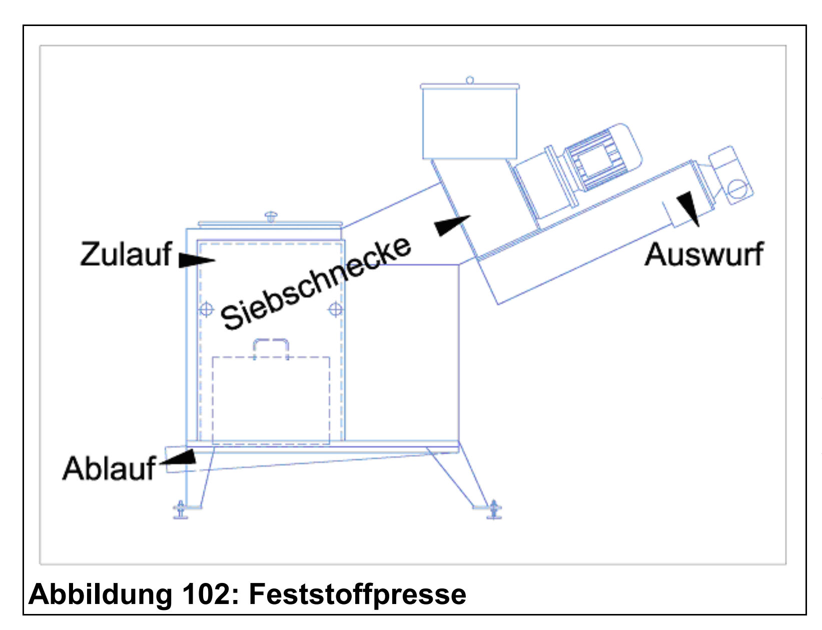


Abbildung 102: Feststoffpresse

Feststoffpressen

Eine Feststoffpresse dient zur Abscheidung und Entwässerung von Grobstoffen aus Abwasserströmen. Das Abwasser gelangt über den Einlaufbehälter in einen Siebkorb. An der Innenseite des Siebkorbes werden die Feststoffe zurückgehalten und über die innen liegende Förderschnecke in die Presszone gefördert, entwässert und verdichtet. Die Feststoffe werden über ein variables Austragsrohr in einen Container abgeworfen und können kompostiert werden. Man spricht von Trockenschlamm.[16]

Filtersackanlagen

Bei Filtersackanlagen wird das Rohabwasser durch frei aufgehängte Filtersäcke geleitet und abhängig von der Maschenweite der Filtersäcke gefiltert. Bei Beschickung der Filtersäcke im freien Gefälle muss ein Höhenverlust von etwa 1 m in Kauf genommen werden. Die Säcke werden in einem Betriebsgebäude, am besten zweistraßig, so angeordnet, dass zuerst die Säcke einer Straße der Reihe nach beaufschlagt werden. Wenn bei allen Säcken dieser Straße die Füllkapazität erreicht ist, wird mit einem Steckschieber die zweite Straße in Betrieb genommen. Die gefüllten Säcke können nach dem Umschalten auf die zweite Straße unter aeroben Bedingungen über längere Zeit abtropfen. Das zurückgehaltene Material wird also als Trockenschlamm bezeichnet und kann anschließend kompostiert werden. Filtersäcke für die mechanische Reinigung des ankommenden Rohabwassers von Einzelobjekten wurden erstmalig durch Prof. Dr. Kurt Ingerle, TU Innsbruck, angewendet.



Abbildung 103: Filtersackanlage Bonn Matreier Hütte

Rechenanlagen

Unter den 100 untersuchten Hütten befinden sich zwei, die mit einer Rechenanlage ausgestattet sind, davon eine mit einem Bogensieb, die andere mit einem Grobrechen. Bei diesen Systemen wird das Abwasser durch Siebung von Grobstoffen befreit. Der Rückhalt muss in beiden Fällen händisch zur weiteren Behandlung entnommen werden.

Folgende Vorreinigungssysteme wurden bei den 100 untersuchten Hütten vorgefunden:

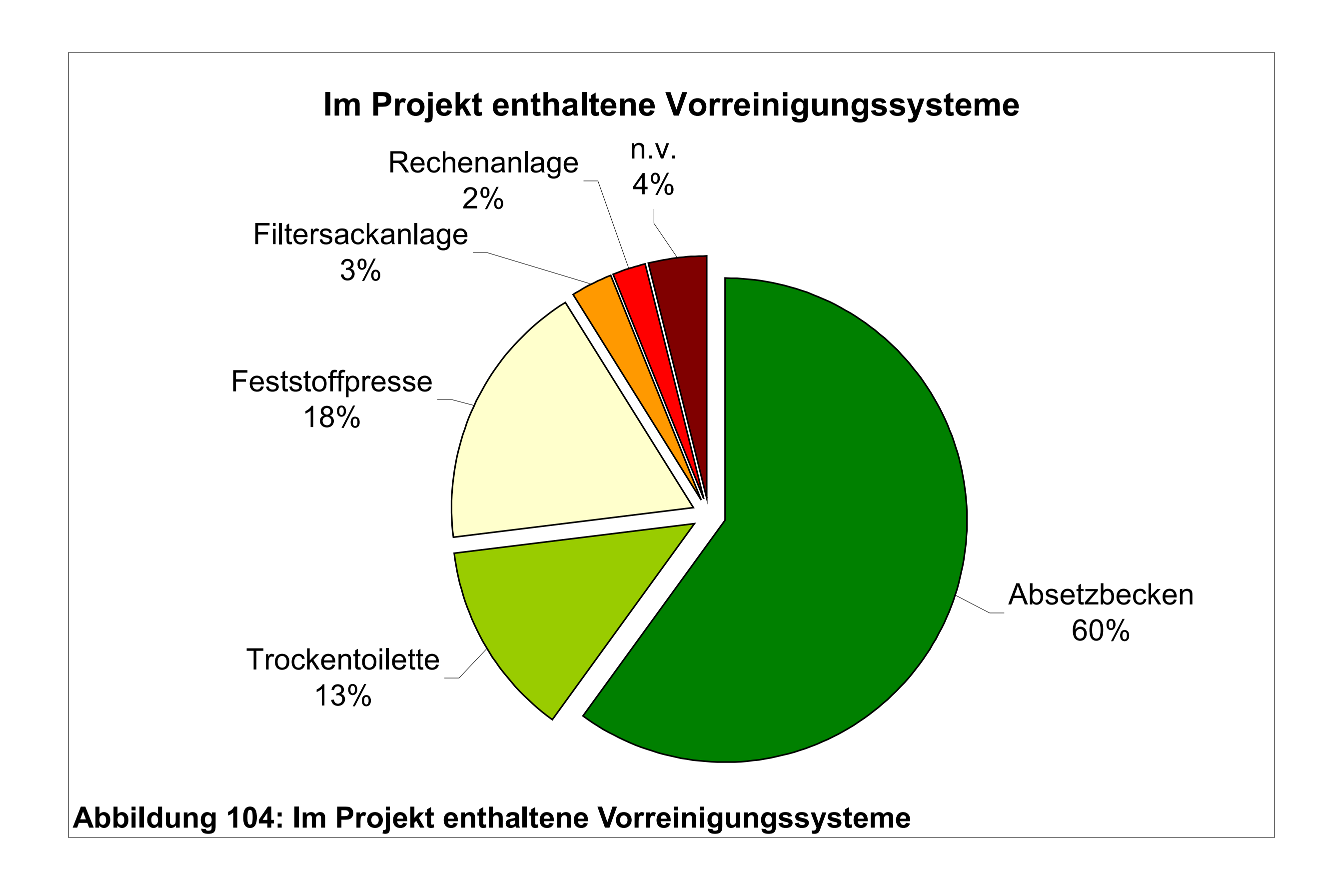


Abbildung 104: Im Projekt enthaltene Vorreinigungssysteme

In Kombination mit den oben dargestellten Vorreinigungssystemen werden auf 77 Hütten Fettabscheider zur Vorreinigung der Küchenabwässer eingesetzt.

3.4.3.2 Hauptreinigung – Biologische Reinigungsstufe

Abwasserreinigungsanlagen auf Schutzhütten sind in der Regel mit einer biologischen bzw. teilbiologischen Reinigungsstufe auszustatten. Dies entspricht dem Stand der Technik und wird daher in den Gesetzen und Verordnungen der meisten Länder gefordert.

Die Grundlage der biologischen Abwasserreinigung bildet die Nutzung des biologischen Prozesses der Selbstreinigung aus der Natur (z.B. Fluss, See, Boden). Die technische Lösung ist eine Intensivierung des Selbstreinigungsprozesses durch Erhöhung der Masse der am Reinigungsprozess beteiligten Mikroorganismen. Notwendig dafür ist die Schaffung möglichst idealer Rahmenbedingungen (Sauerstoffgehalt, Temperatur) für die jeweiligen Gruppen von Mikroorganismen.

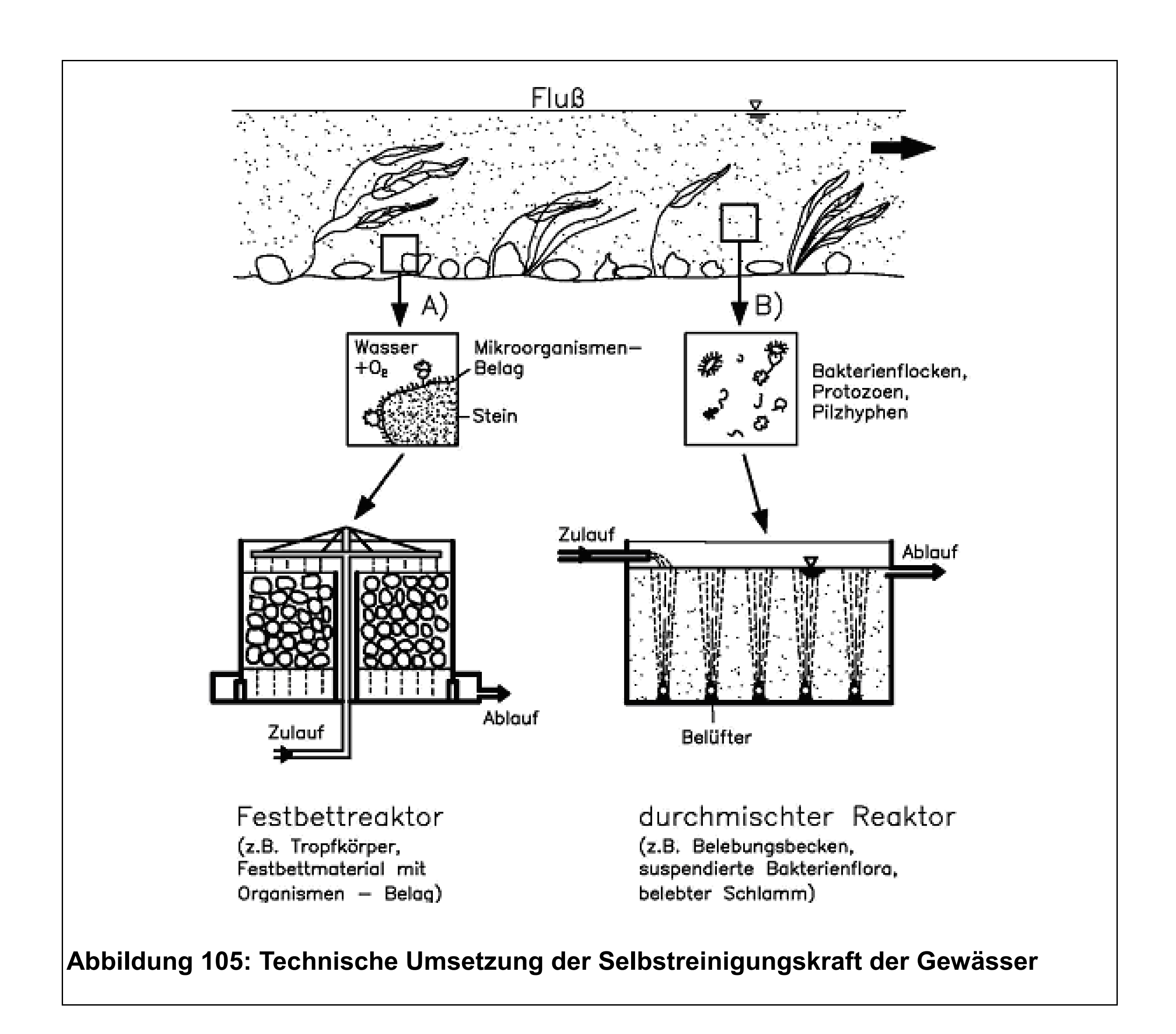


Abbildung 105: Technische Umsetzung der Selbstreinigungskraft der Gewässer

Aerobe Mikroorganismen erbringen die Reinigungsleistung. Sie ernähren sich aus den Inhaltsstoffen des Abwassers und benötigen Sauerstoff zum Überleben. Ziel aller im Folgenden dargestellten Reinigungssysteme ist es also, die Mikroorganismen sowohl mit dem Abwasser als auch mit der Luft in Kontakt zu bringen und ideale Lebensbedingungen für sie zu schaffen. Die Mikroorganismen wachsen dadurch und vermehren sich. Bei den meisten Hauptreinigungssystemen muss ein Teil von ihnen wieder aus dem System entfernt werden. Dies geschieht meist in Nachklärbecken, wo die Mikroorganismen als Sekundärschlamm abgezogen werden.

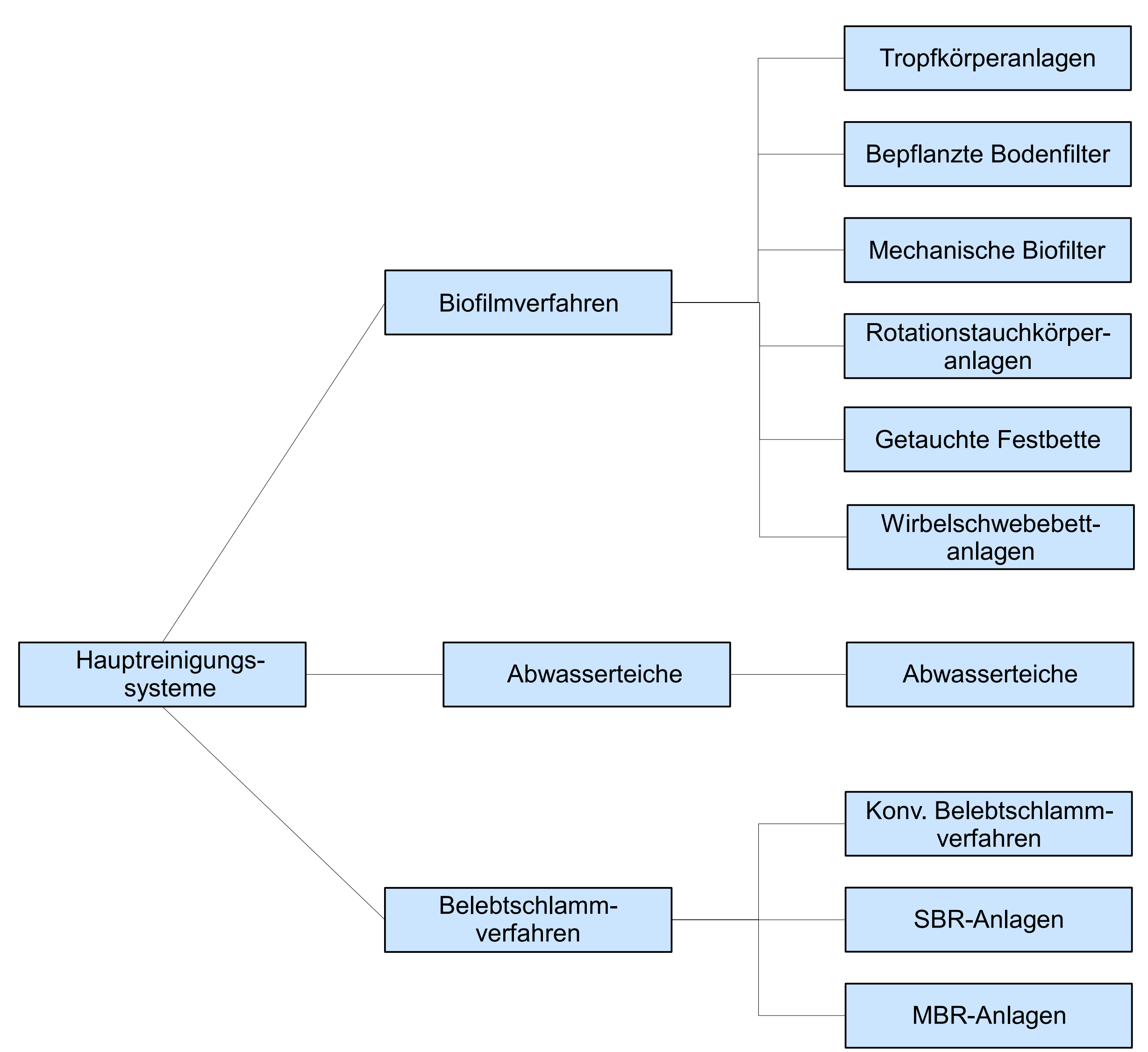


Abbildung 106: Hauptreinigungssysteme

Biofilmverfahren

Sie stellen einen biologischen Hauptreinigungstyp dar, bei dem die für die Abwasserreinigung erforderlichen Mikroorganismen fest auf einem Trägermaterial sitzen und nicht, wie beim Belebungsverfahren, frei im Wasser schwimmen. Unterschieden wird dabei in nicht-getauchte und getauchte Festbette. Bei der ersten Gruppe wird das Trägermaterial nur zeitweilig mit Abwasser benetzt, also nicht eingestaut. Zwischen den Kontaktphasen mit dem Abwasser können die Mikroorganismen Sauerstoff aus der Luft aufnehmen. Bei den getauchten Biofilmverfahren wird über Belüfter Luft in das Reaktorbecken eingeblasen.

Der sedimentierte Schlamm wird abgezogen und der Schlammbehandlung zugeführt. Die Schlammproduktion ist beim Biofilmverfahren geringer. Da die Mikroorganismen fest sitzen, werden sie nur in sehr geringen Mengen ausgetragen, so dass im

Gegensatz zum Belebungsverfahren auf die Rückführung des Schlammes aus der Nachklärung zurück in die Hauptreinigungsstufe verzichtet werden kann.

Tropfkörperanlagen

Bei der Tropfkörperanlage sind die aeroben, schmutzabbauenden Mikroorganismen auf der Tropfkörperfüllung angesiedelt, die in der Regel aus Natursteinen oder Kunststoff-Füllkörpern besteht. Das Abwasser wird über eine Verteiler-Wippe bzw. Verteiler-Teller möglichst gleichmäßig auf die Tropfkörperoberfläche verteilt und die Mikroorganismen bauen unter Sauerstoffverbrauch die organischen Substanzen ab. Dem Tropfkörper nachgeschaltet ist ein Nachklärbecken, wo sich die ausgeschwemmten Feinteile (Biofilmteilchen) absetzen. Der anfallende Sekundärschlamm wird im Nachklärbecken gespeichert oder in die Vorreinigung zur Speicherung zurückgeführt. Ein Teil des gereinigten Abwassers wird rezirkuliert, womit für einen geregelten Austrag von aufgewachsener Biomasse (Sekundärschlamm) und eine verbesserte Reinigungsleistung (zusätzlich qualitativer Ausgleich des mechanisch gereinigten Abwassers, mehrmaliges Durchtropfen durch die biologisch aktive TRK-Füllung) gesorgt wird.

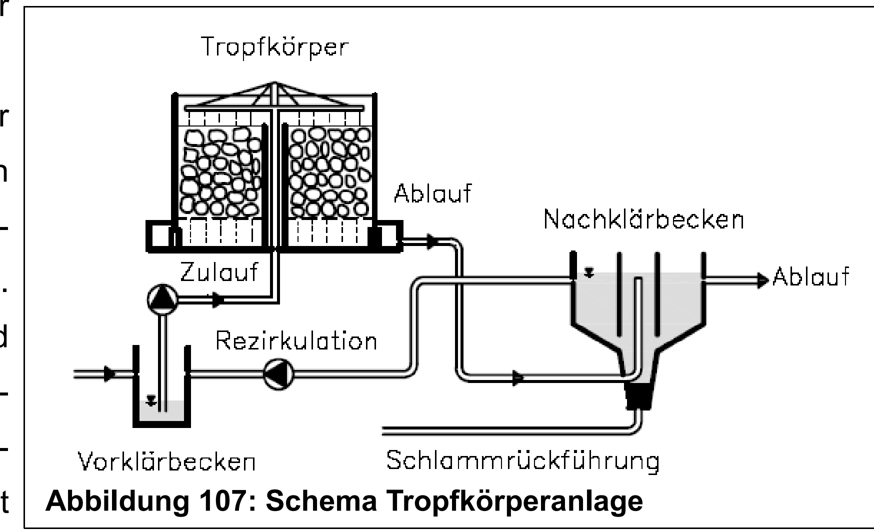


Abbildung 107: Schema Tropfkörperanlage

Bepflanzte Bodenfilter

Bepflanzte Bodenfilter (auch „Pflanzenkläranlagen“ genannt) bestehen aus einem mit Sumpfpflanzen bewachsenen, zum Untergrund hin abgedichteten Kieskörper, auf den das Abwasser mittels Pumpe oder im freien Gefälle aufgebracht wird. Die Reinigungsvorgänge beruhen vorwiegend auf der Tätigkeit der im Bodenkörper angesiedelten Mikroorganismen, die sich aus dem vorbei fließenden Abwasser ernähren. Die Pflanzen sollen durch ihr Wurzelwachstum die hydraulische Durchlässigkeit des Bodenkörpers aufrechterhalten. Den größten Einfluss auf die Wirkung von bepflanzten Bodenfiltern hat die ausreichende Versorgung der Mikroorganismen mit Sauerstoff, da keine künstliche Belüftung erfolgt.

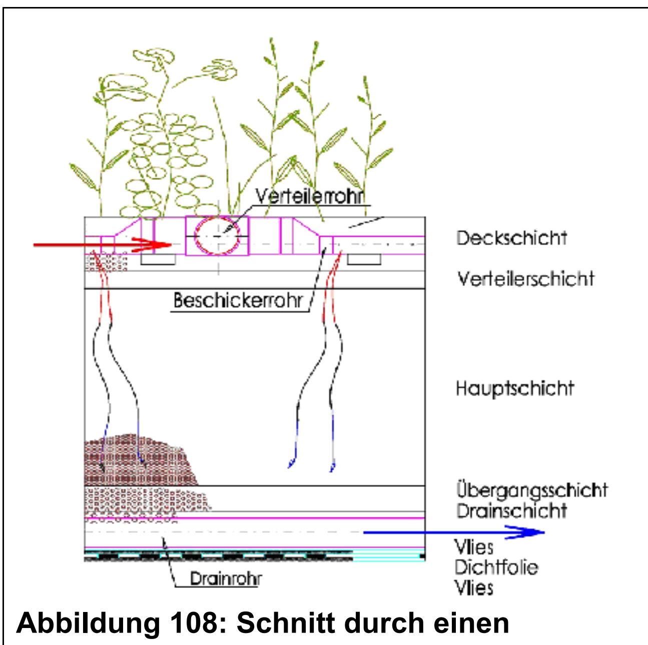


Abbildung 108: Schnitt durch einen bepflanzten Bodenfilter

Bei den vertikal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern, die heute den Stand der Technik darstellen, wird mit Verteilrohren das Abwasser schwallweise gleichmäßig auf der Oberfläche des Pflanzenbeets verteilt. Durch die schwallweise Beschickung wird beim Vorrücken der Wasserfront nach unten durch den Kieskörper von oben Luft nachgesaugt. Durch etwa 4-5 Beschickungen täglich wird eine gute Versorgung der Mikroorganismen mit Abwasser und Sauerstoff, und damit eine hohe Reinigungsleistung sichergestellt. Mit einem am Boden des Pflanzenbeetes angeordneten Dränsystem wird das durchgesickerte Wasser einem Kontrollschacht zugeführt, wo Proben gezogen werden können. Die Bepflanzung erfolgt in der Regel mit Schilf, Rohrkolben oder Schwertlilien bzw. Standortpflanzen von nahen Feuchtgebieten.

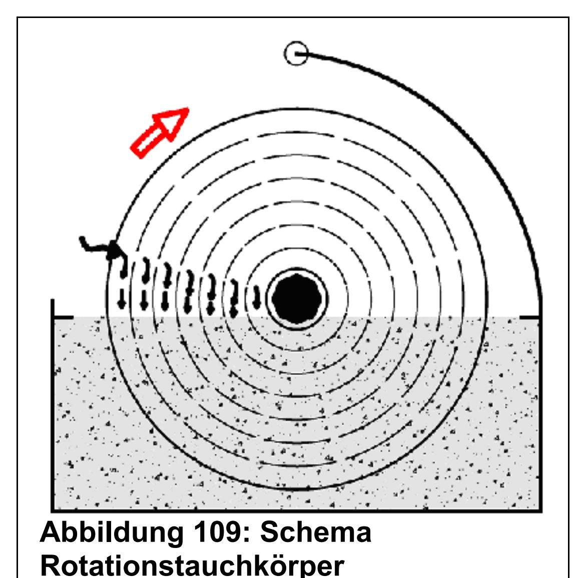
Mechanischer Biofilter

Mit dem Begriff des mechanischen Biofilters wird im Zuge des vorliegenden Projekts eine Vielzahl sich ähnelnder Reinigungssysteme verschiedener Hersteller gemeinsam erfasst. Alle diese Systeme folgen hinsichtlich Reinigungsprinzip und Aufbau dem System des Biofilmverfahrens. Auch hier wird Abwasser, wie bei einem

Tropfkörper, über ein Füllmaterial (Kunststoff oder Natursteine), das sich meist in Gitterkörben befindet, verrieselt. Mechanische Biofilter haben aber keinen planmäßigen und keinen vorab definierten Austrag der überschüssigen Biomasse. Diese verbleibt zum Teil im Füllmaterial bzw. wird zum Teil ausgeschwemmt. Es ist also mit einem Austrag von Schlamm, der ordnungsgemäß entsorgt werden muss, zu rechnen Außerdem verfügen diese Systeme in der Regel über keine Rezirkulation.
Aufgrund der Erfahrungen mit mechanischen Biofiltern auf Schutzhütten hat sich gezeigt, dass diese wegen der Feinkörnigkeit und dem fehlenden definierten Schlammaustrag durch das Aufwachsen der Biomasse die Durchlässigkeit verlieren. Auf diesen Umstand ist bei der Dimensionierung von derartigen Anlagen Rücksicht zu nehmen.

Tauchkörperanlage

Scheibentauchkörperanlagen bestehen aus mehreren an einer waagrechten Achse drehbar gelagerten, walzenförmigen Aufwuchskörpern für Mikroorganismen in unterschiedlicher Ausführung. Die Walzen tauchen in Trögen etwa zur Hälfte in das Abwasser ein und werden in langsame Rotation versetzt, so dass die Mikroorganismen abwechselnd mit dem Abwasser und der Luft in Kontakt gebracht werden. Nahrungsaufnahme und Sauerstoffaufnahme wechseln somit periodisch ab.


Abbildung 109: Schema Rotationstauchkörper

An der biologischen Abwasserreinigung sind sowohl die als Bewuchs auf den Walzen befindlichen, wie auch die in den Trögen vorhandenen, frei beweglichen Mikroorganismen beteiligt.
Kleine Rotationstauchkörperanlagen werden fabrikmäßig vorgefertigt und am Einsatzort nur mehr aufgestellt. Der im Rotationstauchkörper laufend ausgespülte Mikroorganismenbewuchs fällt in der nachfolgenden Abscheidevorrichtung (Nachklärbecken, Lamellenabscheider, Trommelfilter) als Sekundärschlamm an und wird in die mechanische Vorreinigung rückgeführt, dort abgesetzt und zwischengestapelt bzw. alternativ in einem eigenen ÜS-Stapelbehälter gespeichert. [14]

Wirbel-Schwebebett-Verfahren

Dieses Verfahren ist dem eines getauchten Festbettes sehr ähnlich. Das Trägermaterial für die Mikroorganismen ist jedoch nicht fest in der Kammer bzw. dem Behälter befestigt, sondern schwimmt (schwebt) frei im vorgereinigten Abwasser. Als Trägermaterial werden meist Kunststoffkugeln mit sehr großer Oberfläche und etwa der Dichte von Wasser verwendet. Dieses Schwebebett aus biologischem Rasen wird durch das Einleiten von feinblasiger Luft intensiv in der Kammer umgewälzt. Die Mikroorganismen werden so durch Konvektion mit Nährstoffen aus dem Abwasser und mit notwendigem Sauerstoff versorgt. Die ständige Wasserumwälzung verhindert außerdem die Sedimentation und gleichzeitig auch die Verschlammung der Trägermaterialien.

Das biologisch gereinigte Abwasser gelangt durch einen groben Filter in die Nachklärung. Der sich hier absetzende Sekundärschlamm wird zurück in die Vorklärung gepumpt.

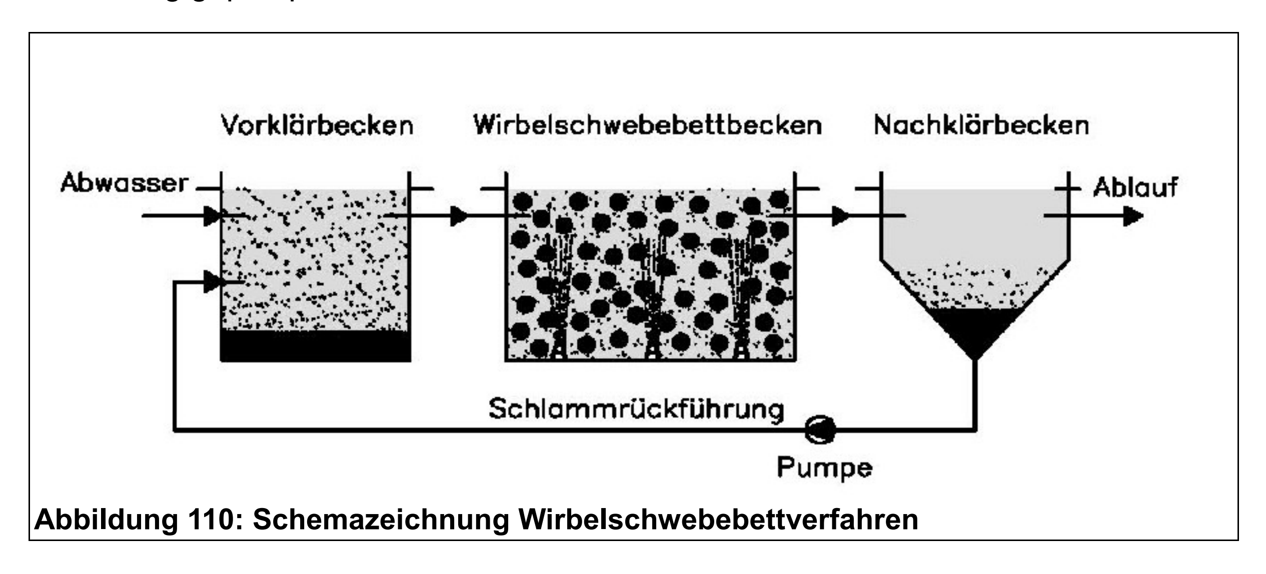


Abbildung 110: Schemazeichnung Wirbelschwebebettverfahren

Belebtschlammanlagen

Biologischer Hauptreinigungstyp, bei dem die für die Abwasserreinigung erforderlichen Mikroorganismen frei im Wasser schwimmen und nicht, wie beim Biofilmverfahren, fest auf einem Trägermaterial sitzen. Um die Mikroorganismen mit Sauerstoff zu versorgen, ist eine Vorrichtung zur Belüftung nötig. Meist wird die Luft mit einem Gebläse feinblasig in das Abwasser eingebracht (Druckbelüftung) und dadurch gleichzeitig für eine gute Durchmischung gesorgt. Die Mikroorganismen bilden Flocken, die als Belebtschlamm bezeichnet werden. In einem zweiten Verfahrensschritt wird das nun gereinigte Wasser durch Sedimentation vom Belebtschlamm getrennt und abgezogen. Der Schlamm wird zum Teil wieder in das

Belebungsbecken zurückgeführt, um dort eine ausreichende Zahl von Mikroorganismen aufrecht zu erhalten. Schlamm wird abgezogen. Prinzipiell ist bei allen Belebtschlammanlagen ein Impfen der Anlage mit Belebtschlamm (z.B. aus Kläranlage im Tal) zu Beginn der Saison notwendig. Durch die somit in ausreichender Zahl eingebrachten Mikroorganismen kann die geforderte Reinigungsleistung (ohne lange Anlaufzeit) schon ab Saisonbeginn eingehalten werden.

Konventionelle Belebtschlammanlage

Die konventionellen Belebtschlammanlagen bestehen aus dem belüfteten Belebungsbecken und dem Nachklärbecken. Das Abwasser fließt nach einer definierten Aufenthaltszeit im Belebungsbecken in das Nachklärbecken, wo sich der Belebtschlamm absetzt und das Reinwasser abgezogen wird. Bei den konventionellen Belebtschlammanlagen wird die Anlage vom Abwasser kontinuierlich durchflossen, d.h. im Wesentlichen entspricht der augenblickliche Ablauf dem Zulauf. Das gereinigte Abwasser wird nicht schwallweise ausgeschleust.

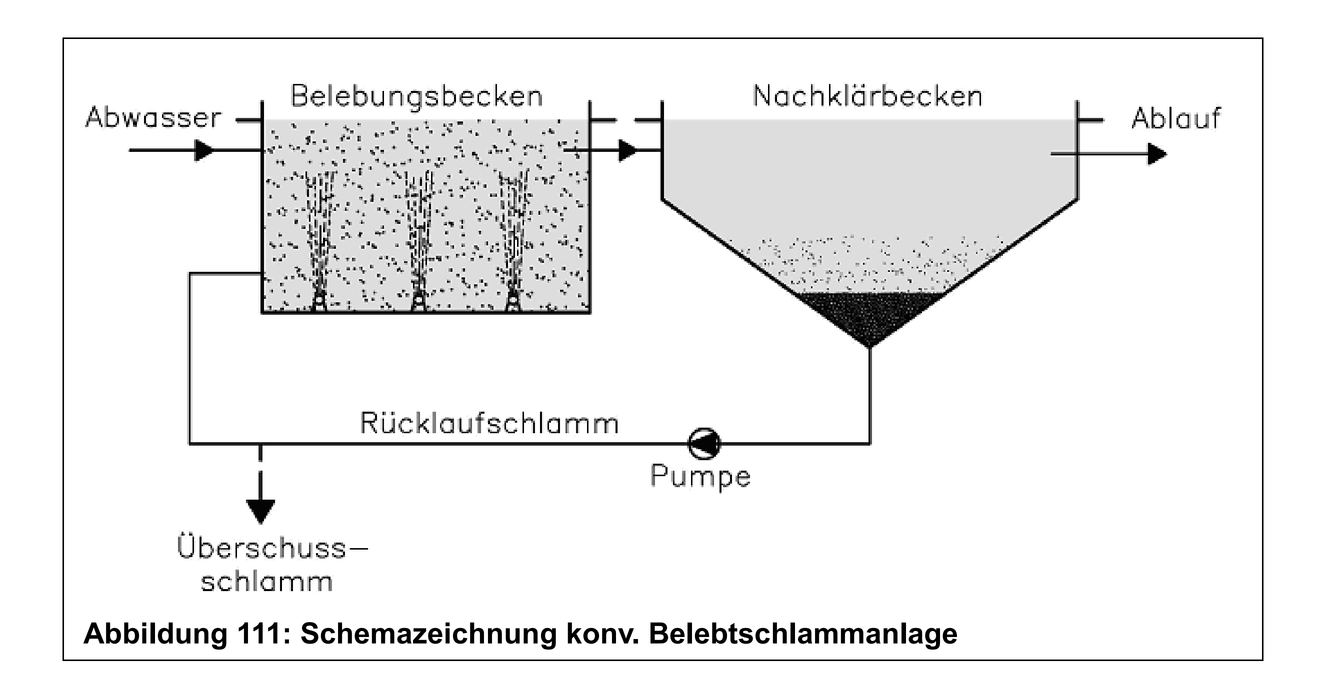


Abbildung 111: Schemazeichnung konv. Belebtschlammanlage

SBR – Anlagen (Sequencing Batch Reactor)

Bei den SBR-Anlagen laufen die Prozessschritte der konventionellen Belebtschlammanlage in einem einzigen Becken nacheinander ab (siehe Abbildung 113). Das Abwasser wird also schwallartig gereinigt und abgegeben. Folgende Prozessphasen werden zyklisch durchlaufen:

a.) Füllen

b.) Belüften (Reaktionsphase)

c.) Absetzen

d.) Schlammabzug

e.) Klarwasserabzug

f.) ev. Stillstandsphase

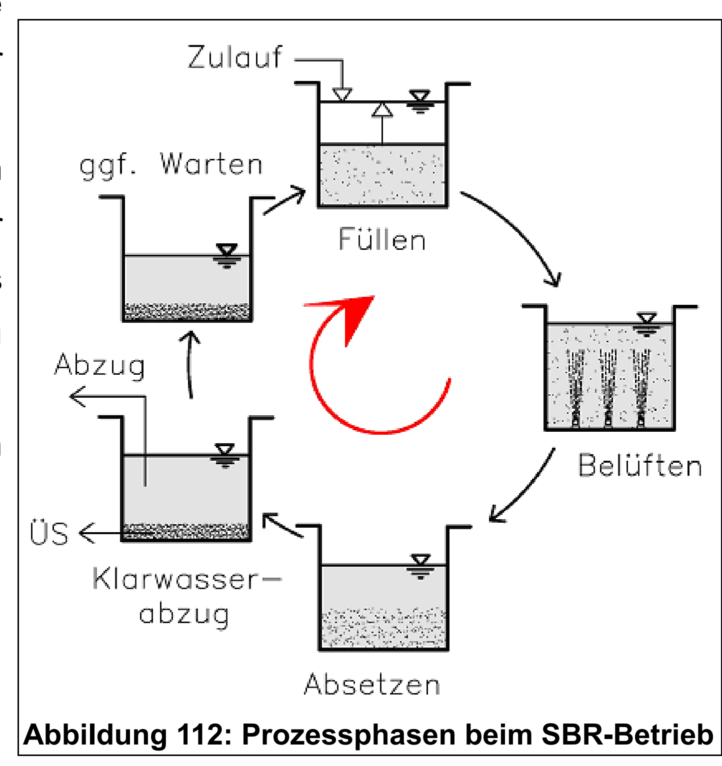


Abbildung 112: Prozessphasen beim SBR-Betrieb

Der zyklische Reaktorzulauf erfolgt, fracht-/mengenmäßig abgestimmt auf die Biomasse im SB-Reaktor, aus einem vorgeschalteten Pumpspeicherbecken.

Der Sekundärschlamm wird zyklisch am Ende der Absetzphase abgezogen.

Durch ein entsprechendes Steuerprogramm kann eine gezielte Nitrifikation / Denitrifikation und bei Bedarf zur Zudosierung eines Fällmittels eine P-Fällung erzielt werden.

MBR-Anlagen

In <u>**M**</u>embran-<u>**B**</u>elebungs-<u>**R**</u>eaktoren erfolgt die eigentliche Abwasserreinigung durch die Mikroorganismen in gleicher Weise wie beim Belebungsverfahren. Der Unterschied besteht darin, dass das gereinigte Abwasser durch eine Membran (< 0,5µm Porenweite) hindurch aus dem Belebungsbecken abgezogen wird. Sie ersetzt ein Nachklärbecken, da sie als physikalische Barriere fungiert, die nur von kleinen Molekülen (z.B. Wasser, Salze) durchdrungen werden kann. Keime und Bakterien, aber auch organische Stoffe (Belebtschlamm) werden zurückgehalten.

Membranbelebungsreaktoren sind in Tallagen erprobt und in ihrer Funktion unumstritten. Dagegen sind MBR-Anlagen auf Berg- und Schutzhütten derzeit noch selten zu finden. Im gegenständlichen Projekt sind lediglich zwei enthalten. In der ersten Betriebssaison hatten beide Anlagen einen intensiven Betreuungsaufwand durch einen Fachmann gemein. MBR-Anlagen stellen auf Berg- und Schutzhütten eine neue Technologie dar, sodass ein direkter Vergleich mit „herkömmlichen“ Systemen derzeit noch nicht gesichert genug möglich ist.

Da MBR-Anlagen ähnlich den konventionellen Belebtschlammanlagen bzw. SBR-Anlagen sind, weisen sie ähnliche Systemeigenschaften auf. Das heißt: geringe Investitionskosten stehen hohen Betriebs- und insbesondere Energiekosten sowie hohen Reinvestitionskosten gegenüber. Durch den hohen Energieverbrauch, der mehr als die Hälfte des Gesamtenergiebedarfs der Hütte betragen kann, stellen sie außerdem hohe Anforderungen an die Energieversorgungsanlage. Eine exakte Abstimmung der Anlagen aufeinander ist daher von großer Bedeutung.
Die technisch sehr anspruchsvollen Anlagen erfordern einen entsprechenden Wartungsaufwand und gehobene technische Kenntnisse vom Betreiber. Bezüglich der Kosten für Betrieb und Wartung müssen, besonders bei schwieriger Ver- bzw. Entsorgungslage, die Kosten für das jährliche Impfen mit Belebtschlamm und die in der Regel jährlich durchzuführende Regeneration der Membran berücksichtigt werden.

Ordnungsgemäß funktionierende MBR-Anlagen liefern weitgehend keim- und bakterienfreies Wasser im Anlagenablauf, jedoch ist die Installation einer UV-Anlage zur Desinfektion als Sicherheitsstufe empfehlenswert. Bei einem Riss in der Membran kann sonst stark verkeimtes Abwasser in den Vorfluter gelangen bzw. verrieselt werden. Bei sehr hohen Anforderungen an die Qualität des gereinigten Abwassers kann also eine MBR-Anlage sinnvoll sein.

Abwasserteiche

In den großvolumigen Teichen laufen die oben bereits beschriebenen, natürlichen biologischen Selbstreinigungsprozesse im Wesentlichen technisch unbeeinflusst ab. Das Abwasser wird in die Teiche geleitet und verbleibt dort eine gewisse Zeit. Dabei kommt es sowohl zu Absetz- als auch zu biologischen Abbauprozessen.

Abwasserteiche können in belüfteter und unbelüfteter Form errichtet werden. Erstere verfügen über Einrichtungen, mit denen Luft eingeblasen wird. Bei unbelüfteten Abwasserteichen gelangt der benötigte Sauerstoff nur über die Teichoberfläche in den Wasserkörper, wozu eine größere Teichoberfläche als bei den belüfteten Abwasserteichen benötigt wird. Derartige Anlagen können aber nur in Sonderfällen nach einer entsprechenden Einzelfallbeurteilung einer Genehmigung zugeführt werden.
Als biologische Hauptreinigungsstufe auf Berg- und Schutzhütten finden sie nur selten Anwendung. Die zwei im Projekt enthaltenen Abwasserteiche sind als unbelüftete Abwasserteiche ausgeführt. Sie sind aufgrund ihrer geringen Anzahl im Vergleich mit den weiteren Hauptreinigungstypen unterrepräsentiert und werden deshalb hier gesondert dargestellt.
Der technische bzw. elektrische Aufwand bei unbelüfteten Abwasserteichen ist sehr gering. Sie benötigen höchstens eine Beschickerpumpe, auf die bei geeignetem Geländeprofil (Beschickung im freien Gefälle) sogar verzichtet werden kann. Somit sind die Betriebs- und Reinvestitionskosten gegenüber anderen Systemen als gering einzuschätzen. Die Investitionskosten können je nach anstehendem Boden sehr stark schwanken.
Abwasserteiche gehören zusammen mit den bepflanzten Bodenfiltern zu den extensiven Abwasserreinigungssystemen und weisen aufgrund der minimalen technischen Ausstattung einen geringen Wartungsaufwand auf. Die Störanfälligkeit ist als niedrig einzuschätzen. Die Reinigungsleistung ist für „gemäßigte“ rechtliche Anforderungen mehr als ausreichend. Der Energieverbrauch ist sehr gering bzw. bei geeignetem Gelände gar nicht vorhanden.
Ähnlich wie bei den Pflanzenkläranlagen ist der im Vergleich zu anderen Reinigungssystemen hohe Platzbedarf zu berücksichtigen. Abwasserteiche sind als alleiniges Reinigungssystem für den Winterbetrieb nicht geeignet, auch vom Betrieb in großen Höhenlagen ist abzuraten.
Durch die einfache Bedienbarkeit und geringe Störanfälligkeit werden die Anlagen vom Betreiber in der Regel sehr gut beurteilt.

Im Diagramm sind die auf den 100 untersuchten Hütten angetroffenen Hauptreinigungssysteme dargestellt.

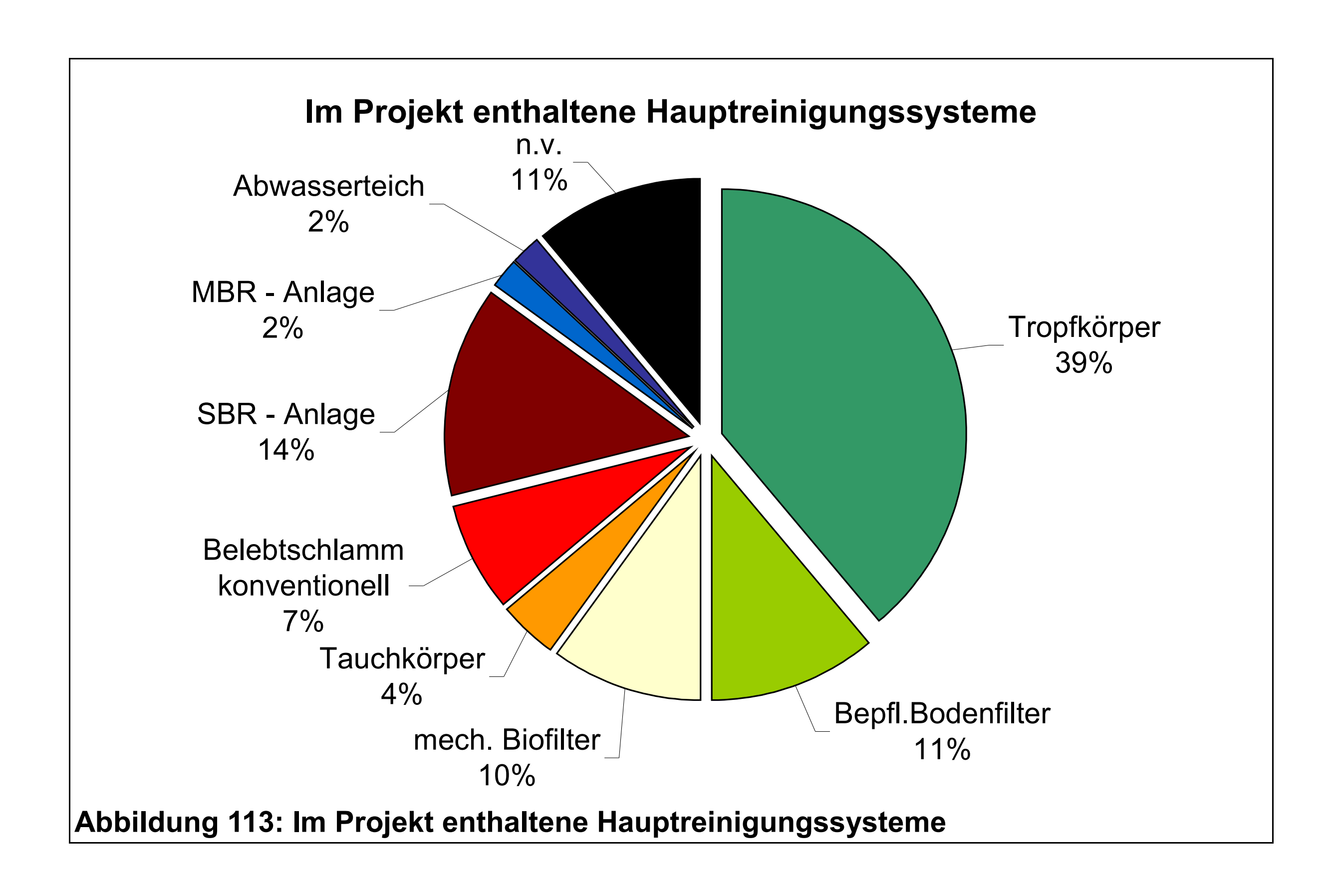


Abbildung 113: Im Projekt enthaltene Hauptreinigungssysteme

3.4.3.3 Weitergehende Reinigung

Die Anlagen der weitergehenden Reinigung optimieren den Ablauf in qualitativer und quantitativer Hinsicht. Sie bewirken eine Schönung und Vergleichmäßigung des Anlagenablaufes und eine deutliche Verbesserung der Ablaufwerte wird erreicht. Außerdem wird die Keimbelastung weiter verringert und dadurch der Ablauf hygienisch verbessert.

Da bei Berg- und Schutzhütten in den seltensten Fällen eine geeignete Vorflut zur Einleitung des gereinigten Abwassers vorhanden ist, muss es meist versickert werden. Daher sind die oben genannten positiven Eigenschaften der weitergehenden Reinigung zum Schutz des Grund- und Bergwassers besonders wichtig.

Nicht bei allen Hütten ist eine weitergehende Reinigung notwendig. Spezielle Umgebungsbedingungen bzw. Anforderungen an die Qualität des Abwassers können jedoch eine weitergehende Reinigung erforderlich machen. Insbesondere innerhalb von Wassereinzugs-, Naturschutz- und Landschaftsschutzgebieten sowie Nationalparks und in stark verkarsteten Gebieten kann eine weitergehende Abwasserreinigung erwünscht bzw. von der Wasserrechtsbehörde im Zuge des

Wasserrechtsverfahren vorgeschrieben werden, häufig in Form einer Abwasserdesinfektion. Das heißt, dass zusätzlich zu den jeweiligen Anforderungen an die Reduktion der organischen Belastung auch Anforderungen an die Reduktion der bakteriellen Belastung des Kläranlagenablaufs gestellt werden. Die bakteriologische Untersuchung bezieht sich in der Regel auf Coliforme Keime, Enterokokken und Salmonellen. Um die geforderten Parameter einhalten zu können, muss das Abwasser stark keimreduziert werden. Die dafür häufigst verwendeten technischen Anlagen stellen sich in der UV-Desinfektionsanlage dar.

Bei den im Anhang dargestellten MBR-Anlagen (Membran-Belebungs-Reaktor) werden Bakterien und Keime mittels einer Membran im Kläranlagenablauf abfiltriert. Damit wird in der Regel die Einhaltung der Grenzwerte für die Anforderungen an Badegewässerqualität lt. ÖN CEN etc. gewährleistet und es ist keine weitergehende Abwasserreinigung mehr nötig. In besonders sensiblen Gebieten kann aber trotzdem noch die Nachschaltung einer UV-Desinfektionsanlage gefordert werden. Dies geschieht aus Gründen der Sicherheit, da durch eine etwaige mechanische Beschädigung der Membran unzureichend geklärtes Abwasser austreten könnte.

Im Folgenden werden die Systeme der weitergehenden Reinigung, die im Zuge der Erhebung auf den 100 Hütten vorgefunden wurden, kurz beschrieben. Einige wurden bereits oben dargestellt, sodass hier nur Verweise auf die entsprechenden Kapitel gegeben werden.

- **Nachfilterschacht:** In einem im Boden eingelassenen Schacht befindet sich kiesig-sandiges Material, auf dem sich ein Biofilm aus Mikroorganismen bildet und Schmutzstoffe entfernt. Am Schachtboden befindet sich eine Ableitung für das gereinigte Abwasser, das in einem darauffolgenden Probenahmeschacht beprobt werden kann.

- **mechanischer Biofilter:** siehe Kapitel 3.4.3.2 Hauptreinigung – Biologische Reinigungsstufe

- **Rieselgraben:** Ein Rieselgraben ist eine Kombination aus Versickerung und weitergehender Reinigung ohne Probenahmemöglichkeit.

- **Schönungsteich:** Schönungsteiche entsprechen vom Funktionsprinzip her den Abwasserteichen. Beschreibung siehe Kapitel 3.4.3.2 Hauptreinigung – Biologische Reinigungsstufe

- **Bepflanzter Bodenfilter:** siehe Kapitel 3.4.3.2 Hauptreinigung – Biologische Reinigungsstufe

- **UV-Desinfektionsanlage:** Bei der Abwasserdesinfektion durch eine UV-Anlage wird die DNA von pathogenen Keime (Mikroorganismen, z.B. Bakterien, Coli-Bakterien etc.) durch UV-Bestrahlung soweit geschädigt, dass es zu einem irreversiblen Verlust der Vermehrungsfähigkeit und somit zu einer Inaktivierung der Zelle kommt. In der Regel wird eine Desinfektion des gereinigten Abwassers auf Berg- und Schutzhütten nicht gefordert. In Ausnahmefällen (z. B. Lage der Versickerung in einem Karstgebiet und/oder Wassereinzugsgebiet) können spezielle Anforderungen an die Hygiene und somit eine UV-Desinfektion erforderlich werden. Eine UV-Desinfektionsanlage funktioniert nur bei fest- und trübstofffreiem Abwasser, bei dem eine ordnungsgemäße Durchdringung durch die UV-Strahlen gewährleistet ist. Gegebenenfalls ist ein Filter vorzuschalten.

- **Aktivkohlefilter:** Er enthält Aktivkohle in pulverförmiger oder granulierter Form. Diese wird aus Holz, Baumrinde, Nussschalen o.ä. durch thermische Aktivierung unter Luftausschluss hergestellt. Dabei werden feine Porenräume und -kanäle mit einer großen spezifischen Oberfläche freigelegt. Daran lagern sich die Schmutzstoffe, wie zum Beispiel auch gelöste Stoffe, an (Adsorption). Beladene Aktivkohle kann in einem Ofen bei hoher Temperatur regeneriert werden und ist dann wieder einsetzbar.

- **Muldenversickerung:** Auch die Muldenversickerung ist eine Kombination aus Versickerung und weitergehender Reinigung. Sie besteht aus einer mit Gras bewachsenen Bodenmulde, in der das Abwasser zwischengespeichert wird und langsam versickert. Im Zuge der Passage der durchwurzelten Humusschicht werden Schmutzstoffe abgebaut und zurückgehalten.

Die große Mehrheit der 100 untersuchten Hütten verfügt über keine Anlagen der weitergehenden Reinigung.

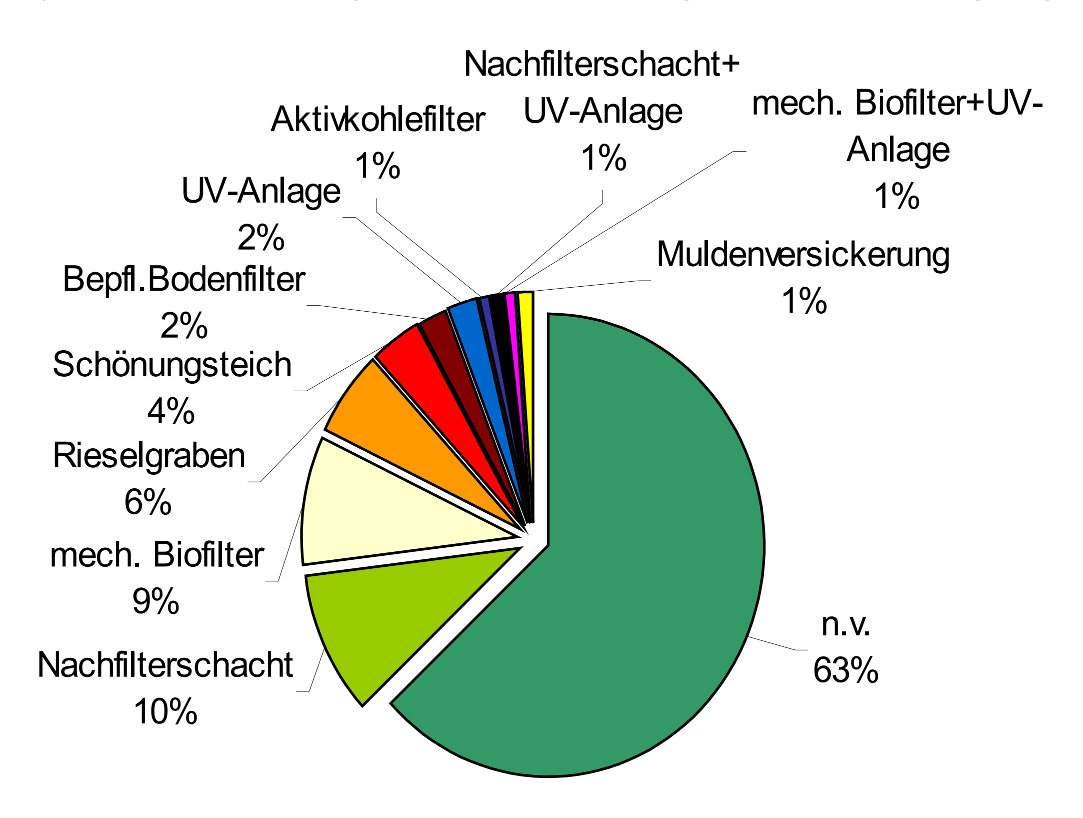


Abbildung 114: Im Projekt enthaltene Systeme der weitergehenden Reinigung

3.4.3.4 Schlammbehandlung

Bei der Abwasserentsorgung auf Hütten gibt es im Wesentlichen zwei Arten von Schlamm: Der Primärschlamm fällt bei der Vorreinigung an. Der Sekundärschlamm stammt aus der biologischen Hauptreinigungsstufe. Wird der Sekundärschlamm in die Vorklärung zurückgeführt und dort mit dem Primärschlamm abgesetzt und zwischengespeichert, spricht man von Misch- oder Frischschlamm. Bei bepflanzten Bodenfiltern und mechanischen Biofiltern verbleibt der Sekundärschlamm im System (Mineralisierung).

Die Notwendigkeit einer Schlammbehandlung richtet sich nach dem System der Abwasserreinigung (Vor- und Hauptreinigung) sowie den rechtlichen Grundlagen und behördlichen Vorgaben.

Verfahrensschritte der Schlammbehandlung

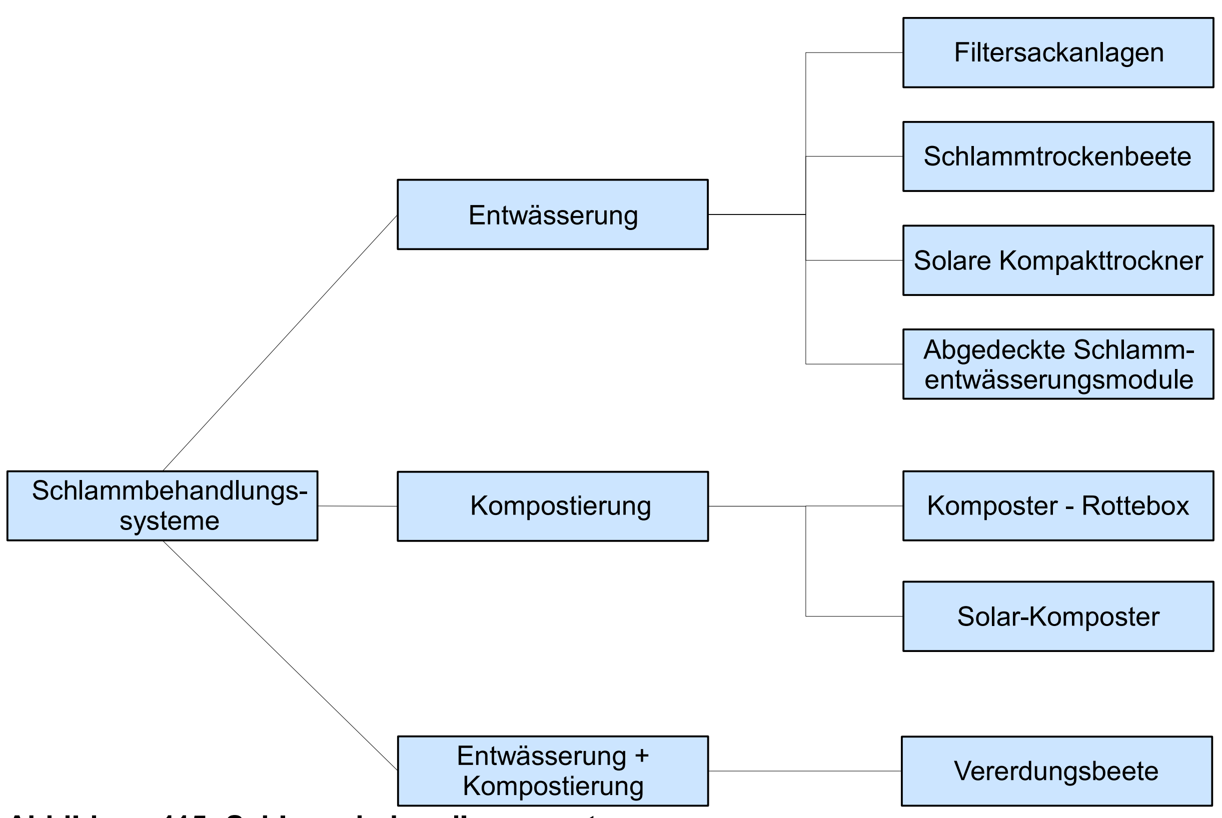


Abbildung 115: Schlammbehandlungssysteme

Die Schlammbehandlung und Schlammentsorgung stellt bei den Abwasserreinigungsanlagen auf Schutzhütten ein sehr wesentliches Problem dar. Aus diesem Grund wurde durch die Universität der Bundeswehr in München, zusammen mit der Technischen Universität Innsbruck und einigen Fachfirmen, ein Projekt mit dem Titel „Klärschlammproblematik im Hochgebirge – Untersuchung und Optimierung der Verwertung bzw. der Beseitigung von Abfällen aus der Abwasserbehandlung im Bereich alpiner Hütten des Deutschen Alpenvereins" durchgeführt. In dieser Arbeit, welche mit Fördermittel der Deutschen Bundesstiftung Umwelt unterstützt wurde, wurden die verschiedenen Möglichkeiten der Schlammbehandlung untersucht und Empfehlungen für deren Anwendungen abgegeben. Eine Zusammenfassung der Empfehlungen findet sich in Kapitel 3.4.5.4 "Empfehlungen: Schlammbehandlungssysteme".
Nähere Details zu dieser Studie sind auf der Homepage www.unibw.de/ifw/swa/Forschungsvorhaben/Reststoffbehandlung zu entnehmen. Da das Kapitel Schlammentsorgung umfassend in diesem „Reststoffprojekt" bearbeitet wurde, wird diese Thematik nachfolgend nur kurz beleuchtet.

Die Verfahrensschritte der Schlammbehandlung lassen sich in die Entwässerung, die Kompostierung und die Vererdung untergliedern. Durch diese Maßnahmen kommt es zu einer Gewichts- und Volumensreduktion sowie einem Abbau der Biomasse. Das Endprodukt wird in der Umgebung ausgebracht oder, falls dies nicht erlaubt wird, abtransportiert. Bezüglich der Ausbringung von Klärschlamm gelten in den einzelnen Ländern und Kantonen unterschiedliche Gesetze und Richtlinien (z.B. Tiroler Feldschutzgesetz). Es muss im Einzelfall mit den zuständigen Behörden abgeklärt werden, unter welchen Bedingungen eine Ausbringung gestattet wird.

Es wird darauf hingewiesen, dass die vorhandenen Transportverhältnisse Einfluss auf die Entsorgung der abgetrennten Abwasserinhaltsstoffe haben und dadurch das einzusetzende / zu wählende Reinigungsverfahren wesentlich mitbestimmen.

Folgende Anlagen sind für die Schlammbehandlung anwendbar:

Entwässerung

- **Filtersackanlage:** Filtersackanlagen können sowohl als Vorreinigungssystem als auch zur Schlammentwässerung eingesetzt werden. Ihre Funktionsweise wurde bereits in Kapitel 3.4.3.1 Vorreinigung beschrieben. In den jeweiligen Reinigungsstufen gespeicherter Primär- bzw. Sekundärschlamm wird in die Filtersäcke geleitet, in diesen zurückgehalten und entwässert. Durchtropfendes Wasser (Filtrat) muss gesammelt und wird wieder der Kläranlage zugeführt werden. Die gefüllten Filtersäcke sind leicht mit Fahrzeugen, Materialseilbahn oder per Hubschrauber zu transportieren.

- **Schlammtrockenbeet:** Dabei handelt es sich um eine überdachte Fläche, die als Untergrund einen Filteraufbau aufweist und zum Erdreich hin abgedichtet ist. Schlamm wird auf diese Fläche aufgebracht und durch die Schwerkraft sowie durch Verdunstung und Ausfrieren entwässert. Das Dach verhindert, dass der Schlamm vom Regen wieder aufgeweicht wird. Für eine ausreichende Belüftung sollte gesorgt werden, damit sich einerseits Gerüche verflüchtigen und um andererseits den Abtransport der erwärmten, feuchten Luft zu gewährleisten.

- **Solarer Kompakttrockner:** Der Solare Kompakttrockner wird mit Nassschlamm befüllt. Er kombiniert zwei Verfahren zur Schlammentwässerung: Entwässerung durch die Schwerkraft mit Hilfe eines Geotextils und solar unterstützte Trocknung. Das Herzstück des Geräts bildet dabei ein Solar-Luftkollektor, mit dem sowohl Wärme als auch netzunabhängig elektrische Energie zum Betrieb eines Ventilators gewonnen werden kann. Dadurch können stets über dem Außenluftniveau liegende Schlammtemperaturen erzielt werden und die Trocknung erfolgt rascher. [17]

- **Abgedecktes Schlammentwässerungsmodul:**
  In ähnlicher Weise, aber ohne Durchsatz erwärmter Luft mittels Fremdenergie, arbeiten abgedeckte Schlammentwässerungsmodule. Die Außenwände sind dicht, die mit Geotextil ausgelegte Innenbox ist mit Durchtrittsöffnungen für austretendes Schlammzwischenwasser versehen. Dieses wird gefasst und wieder der biologischen Stufe zugeführt.
  Es wird empfohlen, das Nutzvolumen so groß zu wählen, dass bei nur einem Arbeitseinsatz am Ende eines Betriebszeitraums tunlichst auf einmal die Gesamtmenge an zwischengestapeltem Schlamm in das Schlammentwässerungsmodul überführt werden kann. Für eine ausreichende Durchlüftung ist zu sorgen. Ein Durchfrieren in der Winterperiode ist für den Entwässerungs- und Abtrocknungsprozess in der wärmeren Jahreszeit förderlich.

Kompostierung

Unter Kompostierung oder Rotte versteht man die Zersetzung organischen Materials durch Kleinlebewesen unter Vorhandensein von Sauerstoff (aerober Abbau). Strukturmaterial und gelegentliches Wenden bzw. Umstechen fördern den Sauerstoffeintrag in das Kompostmaterial, die Homogenisierung und damit den Abbauprozess. Weiters benötigen die Kleinlebewesen Wasser zum Überleben. Der Kompost muss daher feucht, aber nicht nass, gehalten werden.
Kompostierung sollte in einem geschlossenen System mit Abdeckung und für Tiere unzugänglich (z.B. Bretterverschlag, Rottebox) durchgeführt werden. Weiters sind die Kompostsickerwässer zu sammeln und wieder der Kläranlage zuzuführen. Durch die gezielte Kompostierung wird eine teilweise Hygienisierung des Schlamms erreicht.

- **Komposter / Rottebox:** Der Komposter bzw. die Rottebox sind generell zur Kompostierung von Trockenschlamm geeignet. Der anfallende Trockenschlamm wird in den Komposter eingebracht, im Laufe der Verweildauer mehrmals umgesetzt bzw. umgegraben und anschließend nach den rechtlichen Vorgaben im Hüttenumfeld ausgebracht oder abtransportiert. Der Kompostbehälter muss jedenfalls standfest, mit kompakter Abdeckung und guter Belüftung ausgestattet sein, um eine ordentliche Kompostierung gewährleisten zu können. Sickerwässer müssen gesammelt und zur Behandlung in die Kläranlage zurückgeführt werden.

- **Solarkomposter**: Der Solarkomposter wird mit Trockenschlamm befüllt. Hauptbestandteil des Geräts ist ein Solar-Luftkollektor, wie er auch beim Kompakttrockner verwendet wird. Durch Sonnenenergie erwärmte Luft aus dem Kollektor umströmt das in einem wärmeisolierten Gehäuse eingebrachte Kompostiergut und temperiert zusätzlich zur biogenen Wärme den Kompost. Die Kompostierung funktioniert über einen längeren Zeitraum – auch bei den kühleren Außentemperaturen in Gebirgslagen. [17]

Vererdung (Entwässerung und Kompostierung)

Vererdung wird in Vererdungsbeeten durchgeführt, die aus einem gegen das Erdreich abgedichteten Polder (Beet) mit Drainagen in Form eines abgestuften Kies-Sand-Filtermaterials bestehen. Nassschlamm wird aufgebracht (i.d.R. am Ende der Saison), durch die Schwerkraft entwässert und bekommt im Laufe der Zeit wegen des Abbaus durch Mikroorganismen und angesätem Gras erdähnliche Struktur. Regelmäßiges Umstechen ist empfehlenswert. Weiters sind die Sickerwässer zu sammeln und wieder der Kläranlage zuzuführen.

Die Mehrheit der 100 untersuchten Hütten verfügt über keine Schlammbehandlung. Bei den restlichen Hütten werden am häufigsten Kompostierung und Entwässerung angewandt. Auch die Kombination dieser beiden Verfahren sowie Vererdungsbeete werden eingesetzt.

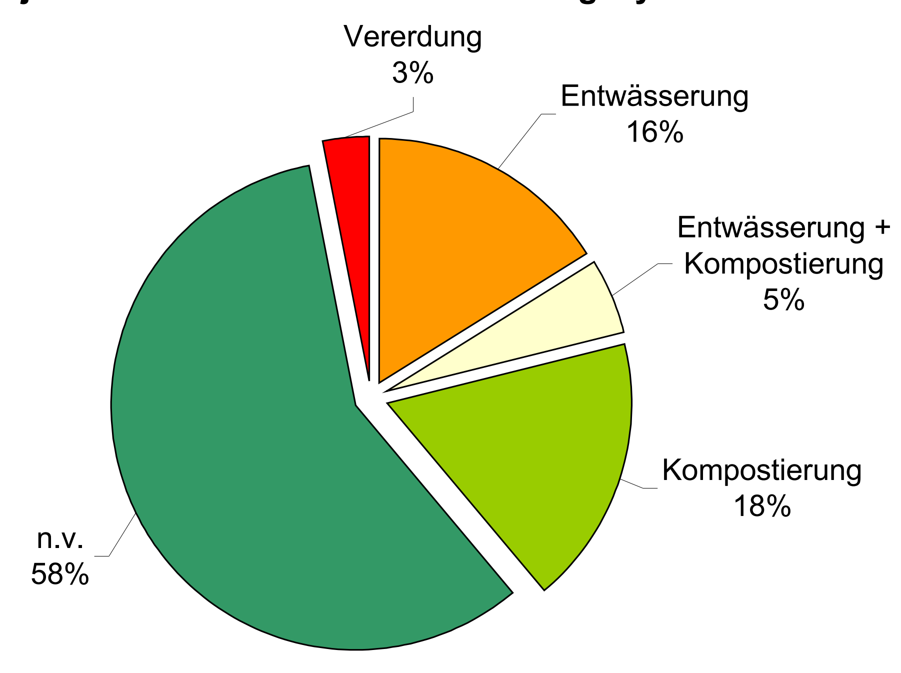


Abbildung 116: Im Projekt enthaltene Schlammbehandlungssysteme

3.4.4 Vergleich der Systeme

Die vergleichende Betrachtung der Systeme soll die im Folgenden abgegebenen Empfehlungen sowie die in den Übersichtstabellen angegebenen Werte verdeutlichen. Die Informationen in den Übersichtstabellen (Kapitel 3.4.6) stellen nur eine Zusammenfassung aller erfassten Daten dar und sind daher eine gewisse „Vereinfachung“ der sehr komplexen Thematik. Zur Vertiefung sind im Folgenden ausgewählte Diagramme mit Beschreibung der Ausgangsdaten dargestellt. Als Zusammenfassung werden letztendlich Empfehlungen abgegeben. Keine dieser Empfehlungen sollte als alleiniger Entscheidungsgrund für oder gegen einen Anlagentyp herangezogen, sondern kann nur als ein Aspekt unter vielen betrachtet werden.

3.4.4.1 Vergleich der Vorreinigungssysteme

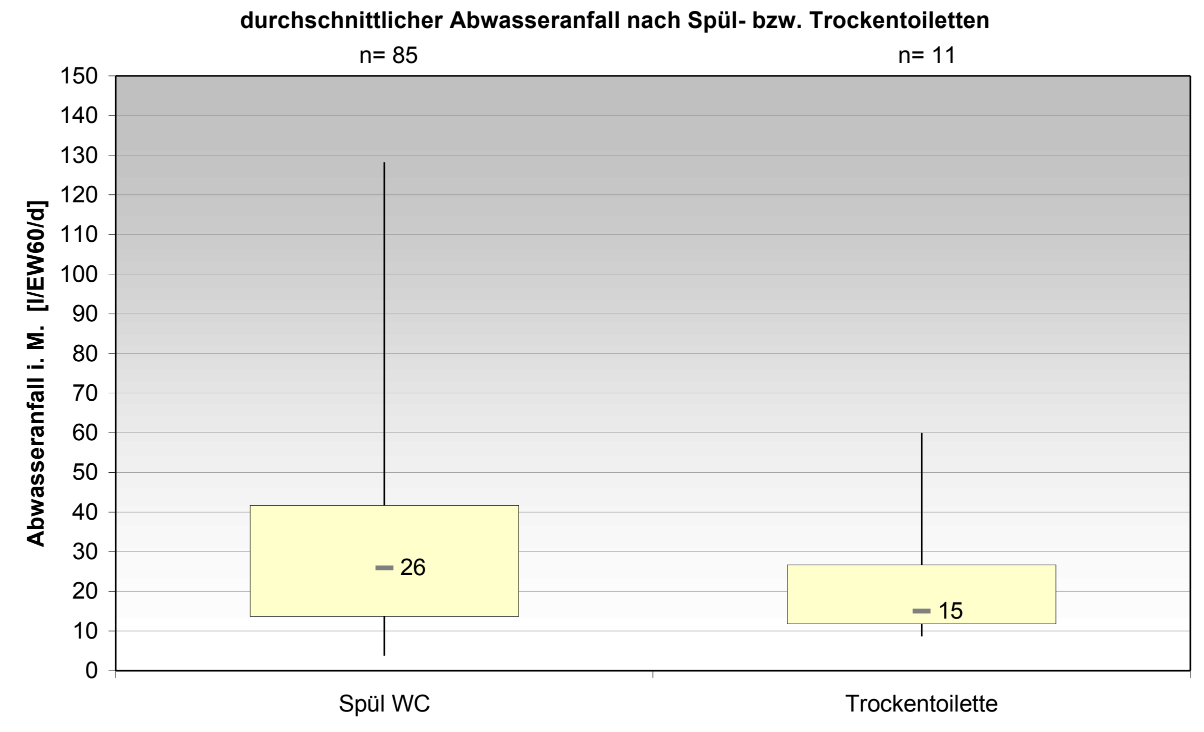


Abbildung 117: Durchschnittlicher Abwasseranfall gruppiert nach Spül- bzw. Trockentoiletten

In der Abbildung werden 96 Werte dargestellt, vier Hüttenwirte konnten keine Angaben zum minimalen bzw. maximalen Wasserbedarf machen.

Im Median liegt der mittlere Wasserverbrauch der mit Trockentoiletten ausgestatteten Abwasserreinigungsanlagen 40% unter den mit WCs ausgestatteten Hütten. Auch die Quantilwerte (Reichweite der Boxen) liegen bei Verwendung von Trockentoiletten deutlich niedriger als beim Einsatz von WCs. Durch den Ersatz von WCs durch Trockentoiletten kann also signifikant Wasser gespart werden.

Diese Werte (wie auch die in den folgenden Diagrammen dargestellten Werte) dürfen nicht als Empfehlungen für die Bemessung von neuen Anlagen betrachtet werden. Sie dokumentieren lediglich die auf den 100 Hütten vorgefundenen Werte.

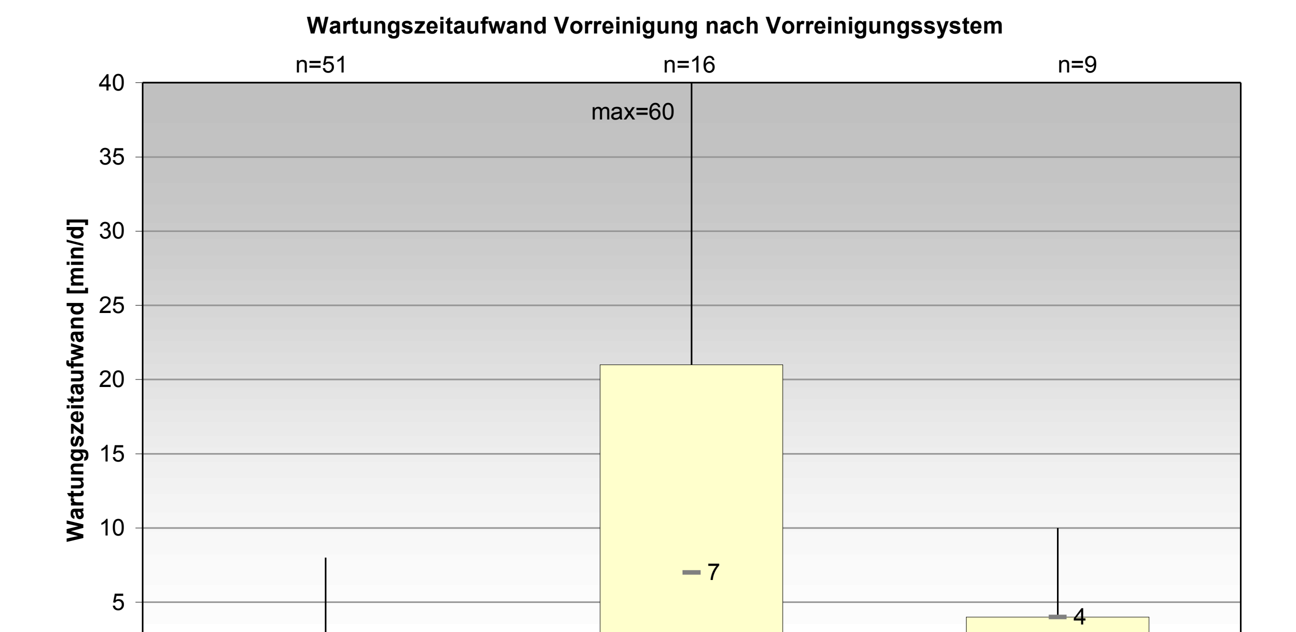


Abbildung 118: Wartungszeitaufwand bei Vorreinigungssystemen

In der Abbildung werden 78 Werte dargestellt, vier Hütten verfügen über keine Vorreinigung und 18 Hüttenwirte konnten keine Angaben zum Wartungszeitaufwand der Vorreinigung machen.

Der Wartungszeitaufwand wird von den Betreibern in den meisten Fällen mit Null bis ca. 20 Minuten angegeben (Reichweite der Boxen). Dabei ist offensichtlich, dass Absetzbecken am wenigsten Wartung benötigen. Die meisten Hüttenwirte warten sie überhaupt nicht. Die Trockentoiletten erfordern bereits einen höheren Aufwand; der Median liegt bei vier Minuten täglich. Am wartungsintensivsten sind die Feststoffpressen. Hier liegt der Median bei sieben Minuten pro Tag, wenngleich einige Hüttenwirte deutlich höhere Werte angegeben haben.

Es bestehen also gravierende Unterschiede bezüglich der von den Hüttenwirten eingesetzten Zeit, die angesichts der sehr unterschiedlichen elektro-maschinellen Ausstattung der Vorreinigungssysteme plausibel sind. Im Allgemeinen ist der angegebene Wartungszeitaufwand als zu gering zu werten. Aus technischer Sicht ist jedenfalls ein höherer Zeitaufwand zu empfehlen.

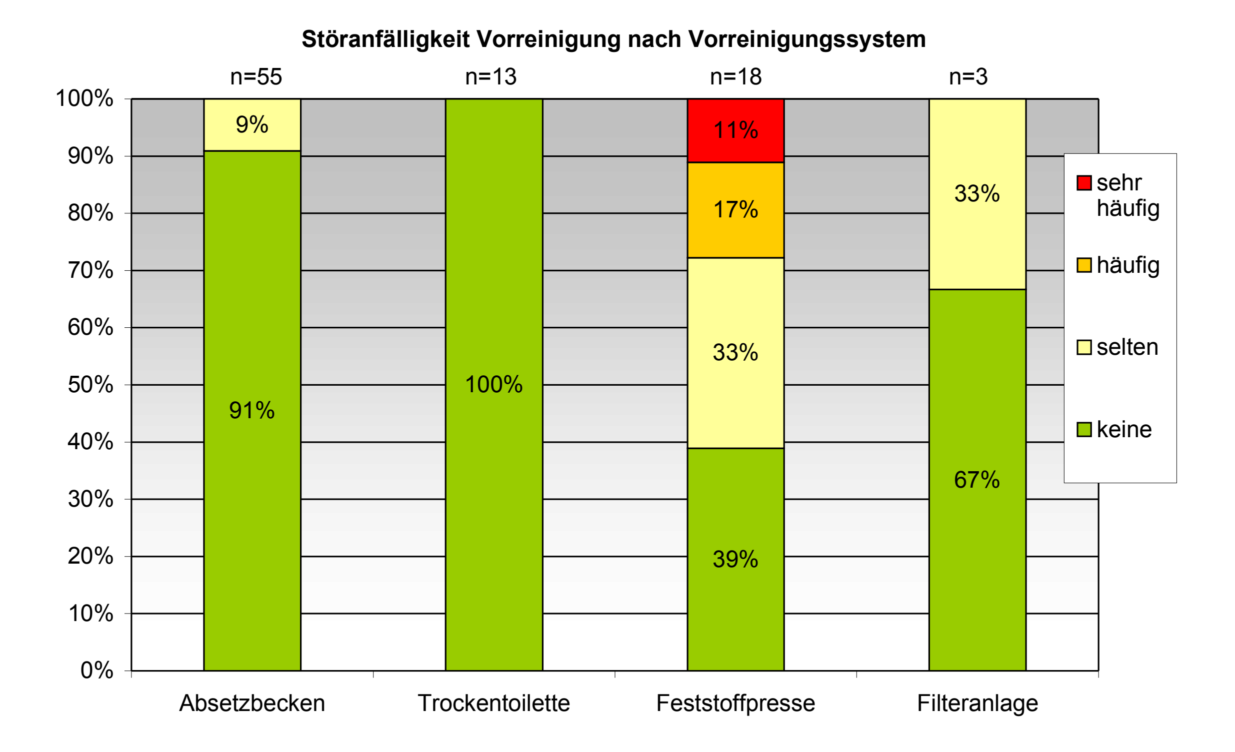


Abbildung 119: Störanfälligkeit bei Vorreinigungssystemen

Neben den vier Hütten, die über keine Vorreinigung verfügen, fehlen sechs Hütten, bei denen die Hüttenwirte keine Angaben zur Störanfälligkeit der Vorreinigung machen konnten, und eine Hütte, die über eine Rechenanlage verfügt und in eine Gruppe n<3 fällt.

Die Störanfälligkeit wurde in folgende Gruppen eingeteilt: keine = 0 Störungen, selten = 1 Störung pro Monat oder weniger, häufig = 1-2 Störungen pro Monat, sehr häufig = mehr als 2 Störungen pro Monat.

Die untersuchten Trockentoiletten und Absetzbecken funktionieren störungsfrei bzw. nahezu störungsfrei. Bei den Filteranlagen treten lediglich bei einem Drittel seltene Störungen auf, die restlichen Anlagen funktionieren störungsfrei. Bei nahezu einem Drittel der untersuchten Feststoffpressen treten häufige bzw. sehr häufige Störungen auf, bei einem weiteren Drittel seltene Störungen, jedoch funktioniert etwa ein Drittel der Anlagen auch störungsfrei.

Die am häufigsten genannten Probleme betreffen die Feststoffpressen, bei denen es zu Verstopfungen kommt, teilweise aufgrund einer nicht funktionierenden Steuerung. Bei den Absetzbecken ist schlechte Dimensionierung und dadurch Überlastung genannt worden.

Eindeutig ersichtlich ist, dass Anlagen mit geringem elektro-maschinellem Anteil weniger oder gar keine Störungen aufweisen als Systeme mit vielen beweglichen Teilen.

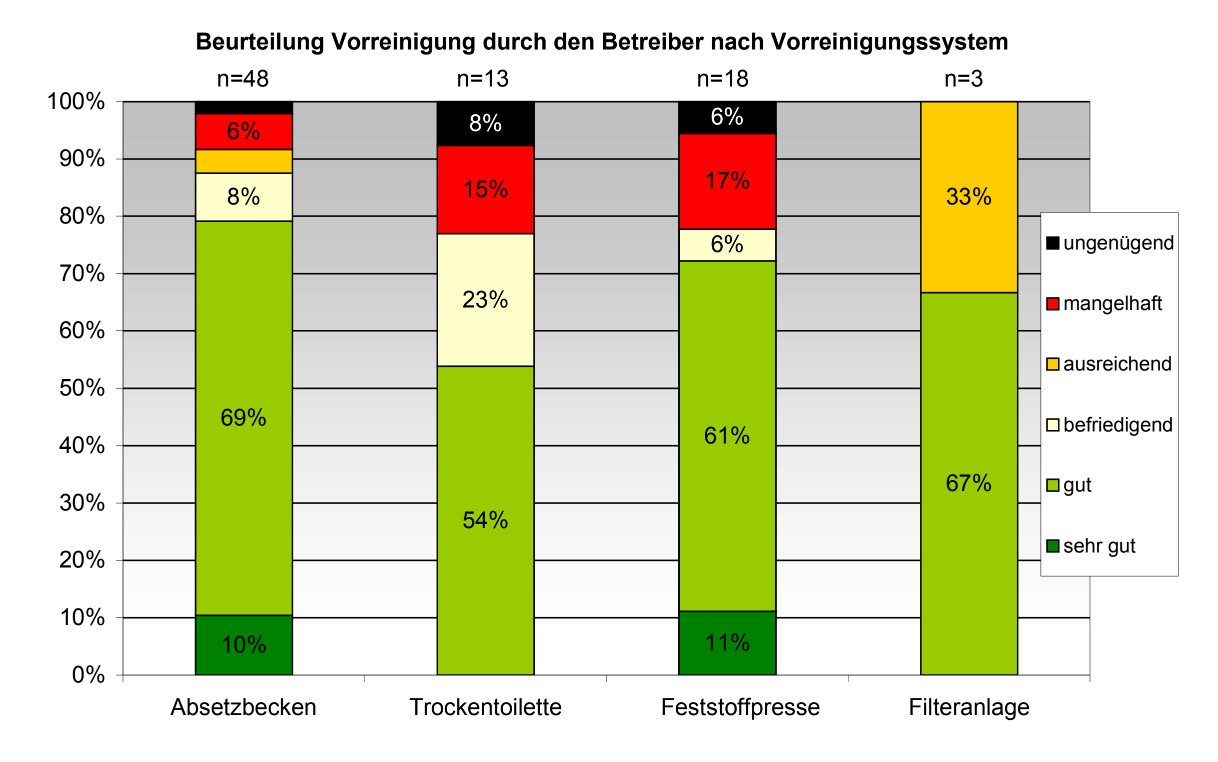


Abbildung 120: Beurteilung der Vorreinigungssysteme durch den Betreiber (Zufriedenheit)

Neben den vier Hütten, die über keine Vorreinigung verfügen, fehlen 13 Hütten, bei denen die Hüttenwirte keine Beurteilung abgeben wollten oder konnten, und eine Hütte, die über eine Rechenanlage verfügt und in eine Gruppe n<3 fällt.

Generell fiel die Beurteilung der Vorreinigungssysteme durch die Betreiber im Mittel gut bis befriedigend aus. Die Absetzbecken als technisch einfachstes System schneiden am besten ab, insbesondere wenn der zwischengestapelte Nassschlamm ein mal pro Saison ohne größeren Aufwand abgezogen und abtransportiert bzw. abgelassen werden kann. Bei den Trockentoiletten fällt die Beurteilung wohl wegen des manchmal unangenehmen Manipulationsaufwandes schlechter aus.

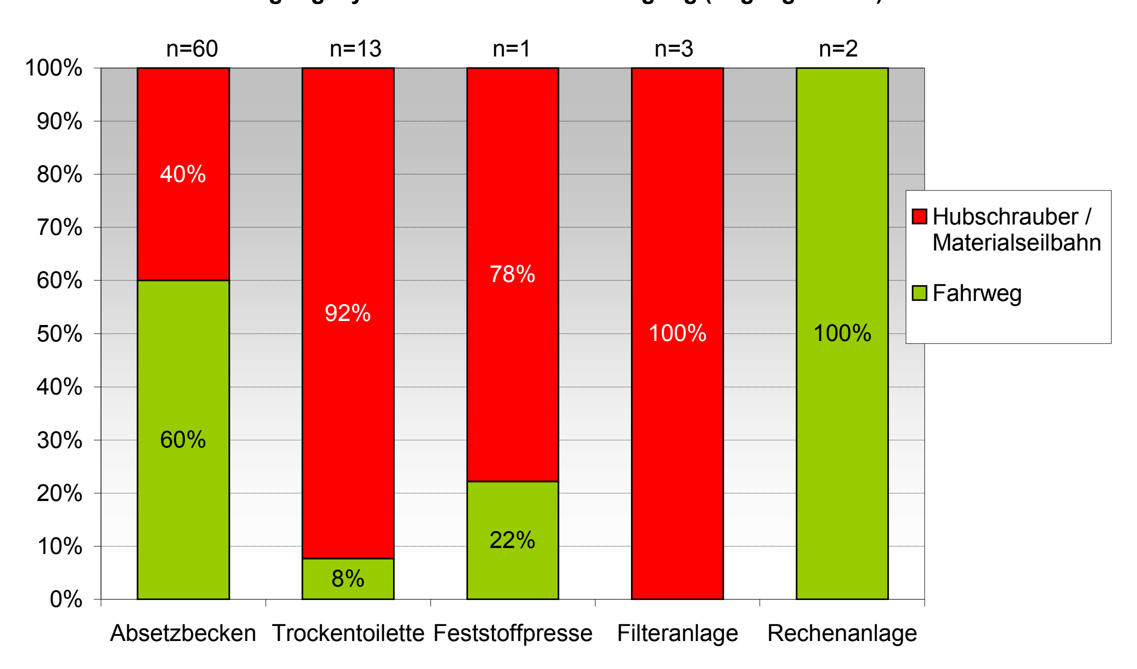


Abbildung 121: Untersuchte Vorreinigungssysteme nach Art der Versorgung

In der Abbildung sind 96 Werte dargestellt, da vier Hütten über keine Vorreinigung verfügen.

Man kann erkennen, dass Vorreinigungssysteme mit (Nass-)Schlammspeicherung vor allem bei Anlagen mit einfachen Versorgungsbedingungen ausgeführt wurden, wohingegen Systeme mit mechanischer Feststoffabtrennung überwiegend bei schwierigen Versorgungsbedingungen realisiert wurden. Die 24 Absetzbecken unter schwierigen Versorgungsbedingungen wurden meist unter der Voraussetzung der rechtlichen Erlaubnis der Klärschlammausbringung gebaut.

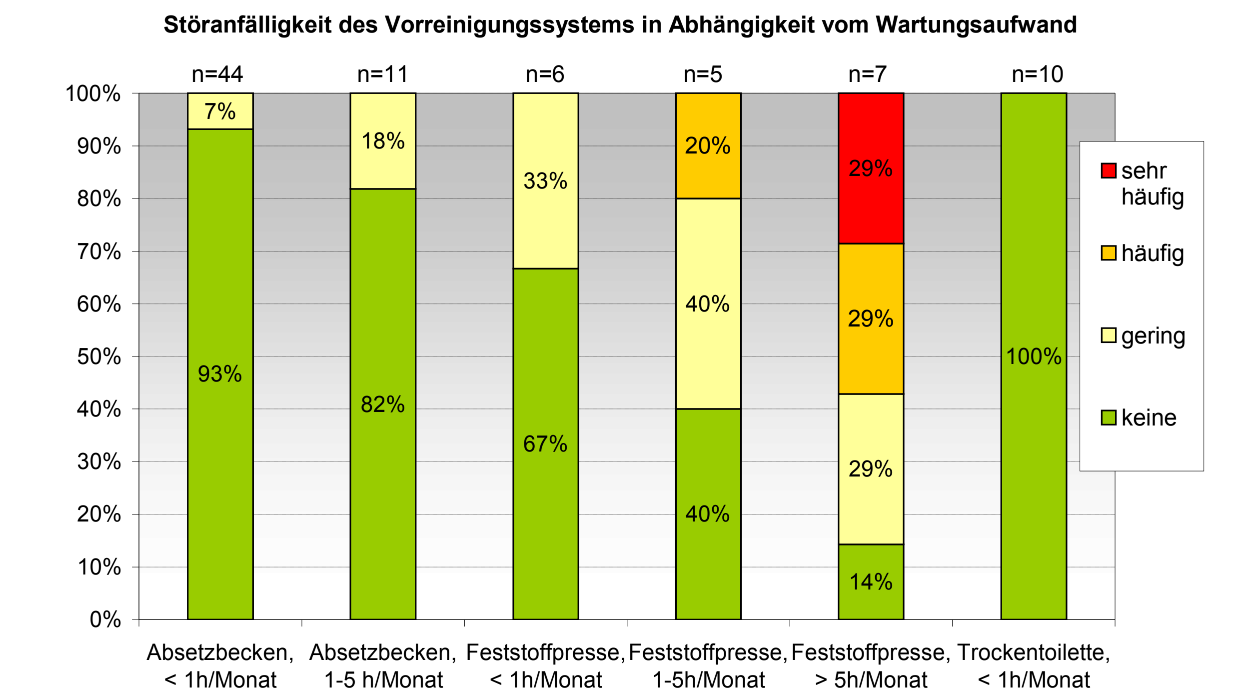


Abbildung 122: Störanfälligkeit der Vorreinigung in Abhängigkeit des Wartungsaufwandes

Neben den vier Hütten, die über keine Vorreinigung verfügen, fehlen sechs Hütten bei denen die Hüttenwirte keine Angaben zur Störanfälligkeit der Vorreinigung machen konnten, weitere sechs Hütten fielen in Gruppen n<3 und werden somit auch nicht dargestellt.

Absetzbecken weisen eine geringere Störungshäufigkeit auf als Feststoffpressen. Dies ist insofern logisch, als Feststoffpressen, im Gegensatz zu Absetzanlagen, Anlagen mit zahlreichen elektro-maschinellen Komponenten sind. Alle 13 Trockentoiletten weisen keine Störungen auf, zehn davon sind dargestellt.

Interessant ist die Tatsache, dass bei höherem Wartungsaufwand eine größere Störungshäufigkeit zu erkennen ist. Es ist also nicht so, dass Anlagen, die häufiger und länger gewartet werden, weniger Störungen hätten. Im Gegenteil: Je mehr Störungen, desto mehr Wartung. Was wiederum heißt: Gewartet wird nur, wenn eine Störung bereits aufgetreten ist. Es handelt sich damit eigentlich um Reparaturen und nicht um planmäßige, regelmäßige Wartungen.

Diese Tatsache kann auch aus den folgenden Diagrammen herausgelesen werden.



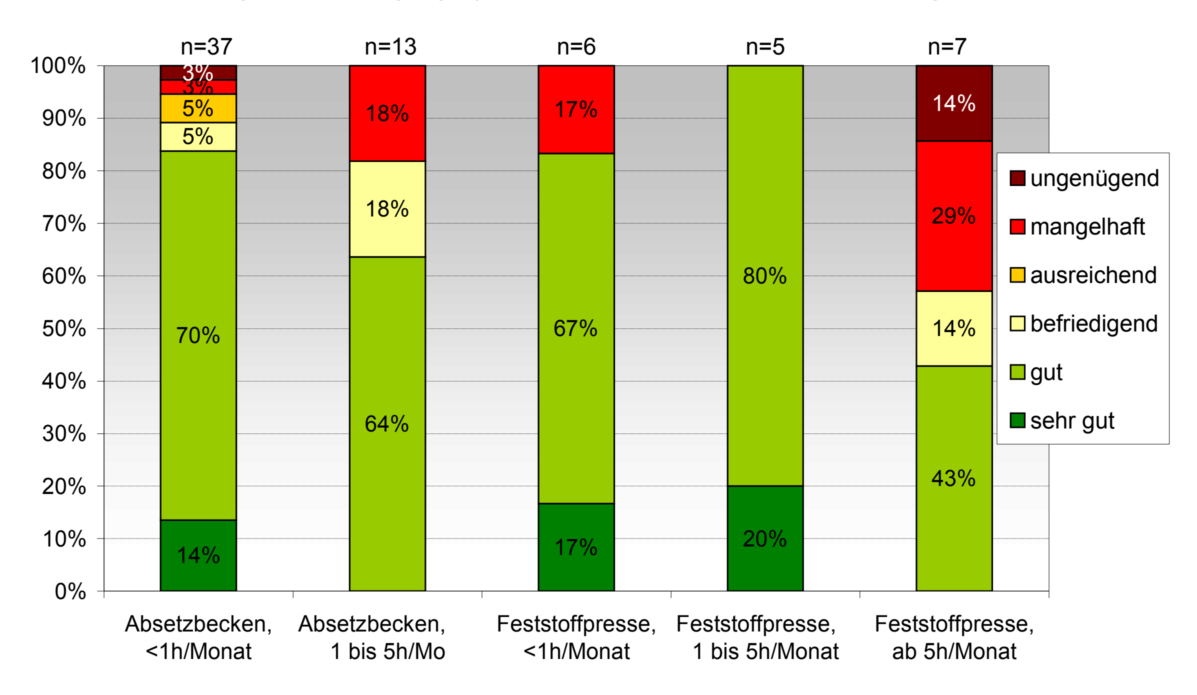


Abbildung 123: Beurteilung der Vorreinigungssysteme durch den Betreiber in Abhängigkeit vom Wartungsaufwand

Neben den vier Hütten, die über keine Vorreinigung verfügen, fehlen 28 Hütten, bei denen die Hüttenwirte entweder keine Angaben zu Wartungszeitaufwand oder Beurteilung gemacht haben oder die Hütten in eine Gruppe n<3 fielen.

Auffällig ist, dass Anlagen, für die ein höherer Wartungsaufwand angegeben wurde, schlechter beurteilt werden. Sehr gute Noten bekamen nur Vorreinigungssysteme mit Wartung < 1h/Mo bzw. 1-5h/Mo. Erhöhter Wartungsaufwand stößt also bei den Betreibern auf Ablehnung.

In Kombination mit dem Diagramm oben ergibt sich das Bild, dass nur ungern gewartet wird, praktisch nur, wenn Störungen auftreten und nicht vorausschauend, um Störungen zu vermeiden. Anlagen, die einen großen Wartungsaufwand verursachen, werden also schlechter beurteilt und führen wohl auch zu Unzufriedenheit unter den Betreibern und geringer Akzeptanz der Abwasserreinigung.

3.4.4.2 Vergleich der Hauptreinigungssysteme

Betrachtung der Gesamtanlagenkosten der Abwasserreinigung (Vor-, Haupt- und weitergehende Reinigung) gruppiert nach den Hauptreinigungssystemen

Die Kosten der Abwasserreinigungsanlage sind ein gewichtiges Kriterium zur Auswahl des biologischen Hauptreinigungstyps. Es ist sicherlich im Interesse jedes Betreibers bzw. jeder Sektion, die für die jeweiligen, sehr individuellen, „örtlichen Gegebenheiten“ und erforderlichen Eigenschaften günstigste Abwasserreinigungsanlage auszuwählen.

Die Anlagenkosten wurden nach der Barwertmethode ermittelt. Der Barwert wurde für einen Betrachtungszeitraum von 25 Jahren, unter der Annahme einer Verzinsung von 3% und einer Reinvestition aller maschinellen Teile nach 12,5 Jahren (= halber Betrachtungszeitraum), errechnet. Der Gesamtkostenbarwert enthält die Kostenanteile Investitionskosten (ermittelt durch Angaben der Sektionen und Auskunft durch die Landesförderstellen), Reinvestitionskosten (ermittelt anhand von Herstellerangaben) und Betriebskosten.

Für die Betriebskosten wurden folgende Annahmen getroffen:

Personalkosten für Tätigkeiten Hüttenwirt: 25 €/h

Zeitannahmen für Wartungs- und Überprüfungs- und Betriebstätigkeiten durch den Hüttenwirt:

<u>Vorreinigungssysteme:</u>
Intensive Systeme (Feststoffpressen, Filtersack- und Rechenanlagen): 5 h/Mo
Extensive Systeme (Absetzanlagen): 1 h/Mo
<u>Hauptreinigungssysteme:</u>
Intensive Systeme (SBR-, MBR-Anlagen u. konv. Belebtschlammanl.): 12,5 h/Mo
Systeme mittlerer Intensität (Tropfkörperanlagen, mechanische Biofilter, Tauchkörperanlagen): 10 h/Mo
Extensive Systeme (bepflanzte Bodenfilter, Abwasserteiche): 7,5 h/Mo

<u>Systeme der weitergehenden Reinigung:</u>
Für sie wurde unabhängig vom System ein Wartungszeitaufwand von 2,5 h/Mo angesetzt.

Jährliche Wartung:

Bei Belebtschlammanlagen und Tropfkörperanlagen wurden € 500 für die jährliche Wartung angesetzt, die in der Regel durch einen externen Fachmann durchzuführen ist. Bei Abwasserteichen und Bepflanzten Bodenfiltern wurden € 250 für die jährliche Wartung angenommen. Diese Arbeiten können in der Regel vom Hüttenwirt durchgeführt werden.

Energiekosten:

Der im Erhebungsbogen abgefragte Energieverbrauch der Abwasserreinigungsanlagen wurde auf Plausibilität geprüft und anschließend für die Barwertberechnung verwendet. Um eine Vergleichbarkeit der Anlagen gewährleisten zu können, wurden für alle Anlagen die gleichen Stromerzeugungskosten angesetzt.
Die spezifischen Stromkosten wurden gemittelt über die spezifischen Stromkosten für kleine Anlagen (7 €/kWh) und große Anlagen (2,9 €/kWh) aus Untersuchungen des ISE in 1999 und den mittleren spezifischen Stromkosten aus dem Strommessprogramm des IEVEBS (2,2 €/kWh). Um die Entwicklung der Stromkosten in den letzten Jahren ausreichend zu berücksichtigen, wurde der aktuelle Wert im Vergleich zu den alten Werten doppelt gewichtet. Dadurch ergeben sich mittlere spezifische Stromkosten von 3,5 €/kWh.

Auf die Darstellung der MBR-Anlagen und Abwasserteiche wird wegen zu geringer Datenmenge innerhalb der Gruppe (n<3) verzichtet



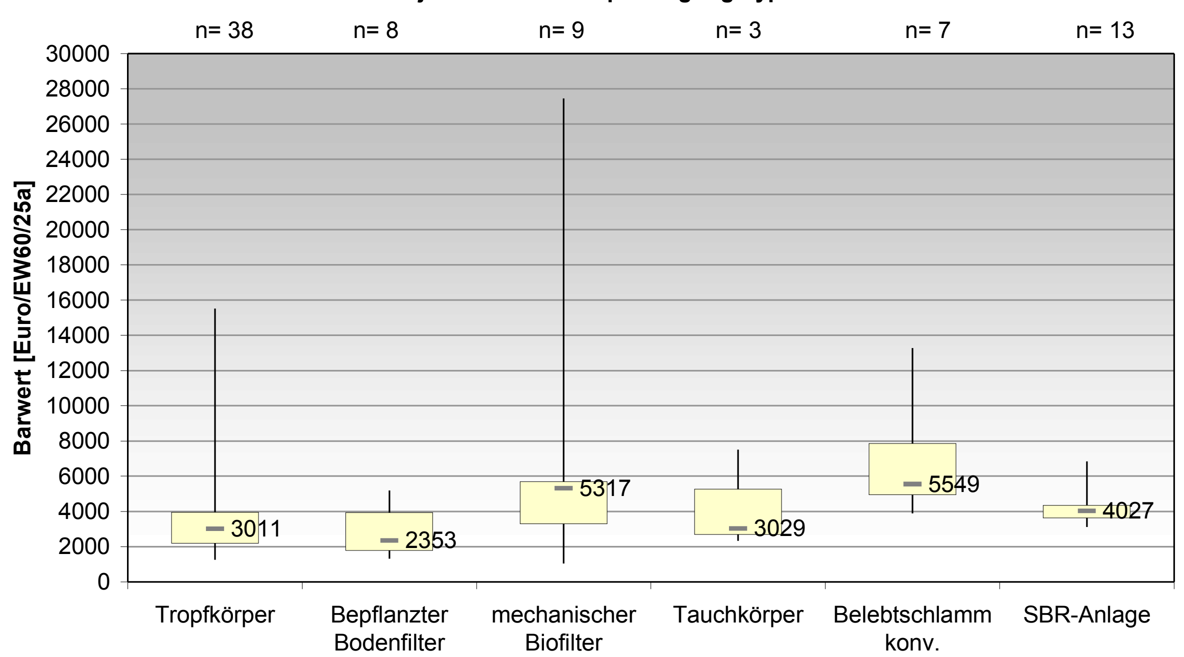


Abbildung 124: Kosten der Abwasserreinigungsanlage nach der Barwertmethode

In der Abbildung werden 78 Werte dargestellt. Bei zehn Anlagen konnte der Barwert nicht ermittelt werden, ein Wert fällt in eine Gruppe mit n<3 und wird aus Gründen der Vergleichbarkeit nicht dargestellt.

Die relativ große Abweichung zwischen Belebtschlamm konv. und SBR-Anlagen ist dadurch bedingt, dass die Gruppe der konv. Belebtschlammanlagen zu 70% aus Anlagen besteht, die kleiner als 50 EW_{60} sind und somit einen höheren EW_{60}-bezogenen Barwert haben. Wohingegen die Gruppe SBR-Anlagen zu 75% aus Anlagen besteht, die größer als 50 EW_{60} sind und somit einen geringeren EW_{60}-bezogenen Barwert haben.

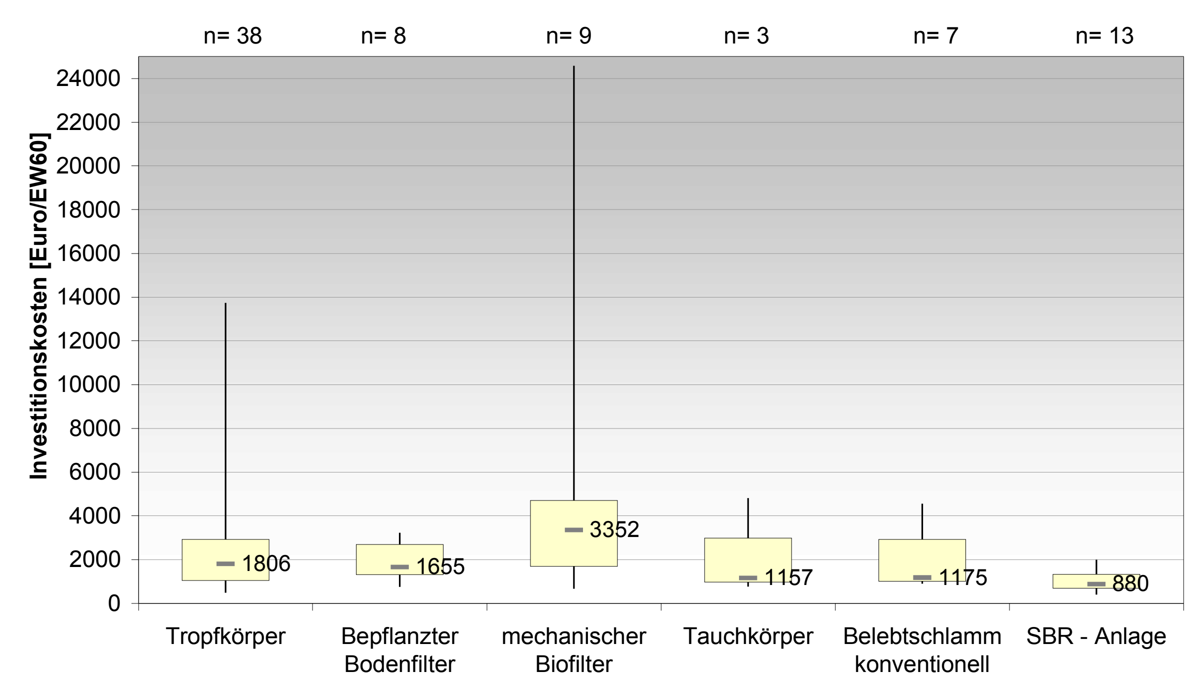


Abbildung 125: Investitionskosten der Abwasserreinigungsanlagen

In der Abbildung werden 78 Werte dargestellt. Bei zehn Anlagen konnten die Investitionskosten nicht ermittelt werden. Die Werte wurden durch die Abfrage bei den Sektionen bzw. Nachfrage bei den zuständigen Landesförderstellen ermittelt. Sie stellen die Gesamtanlagenkosten der Abwasserreinigungsanlagen dar. Hierin sind auch anteilig je nach Anlagentyp evtl. notwendige bauliche oder energietechnische Erweiterungen (z.B. Betriebsgebäude, Energieversorgungsanlage) enthalten. Weiters hat bei den Investitionskosten einen entsprechenden Einfluss, ob bestehende Anlagen oder Teile (z.B. Mehrkammeranlage) weiter genutzt werden können, oder ob es sich um eine komplette Neuerrichtung handelt, oder ob ggf. sogar Entsorgungskosten für den Kläranlagen-Altbestand einzurechnen sind.

Es hat sich gezeigt, dass für die Kläranlage Investitionen im Bereich von 900 bis 3400 €/EW im Median zu erwarten sind (siehe Abbildung 125). Dabei wurde festgestellt, dass kompakte Anlagen mit hoher Biomassekonzentration (z.B. SBR-Anlagen, Belebtschlamm konv.) geringere Investitionskosten aufweisen.

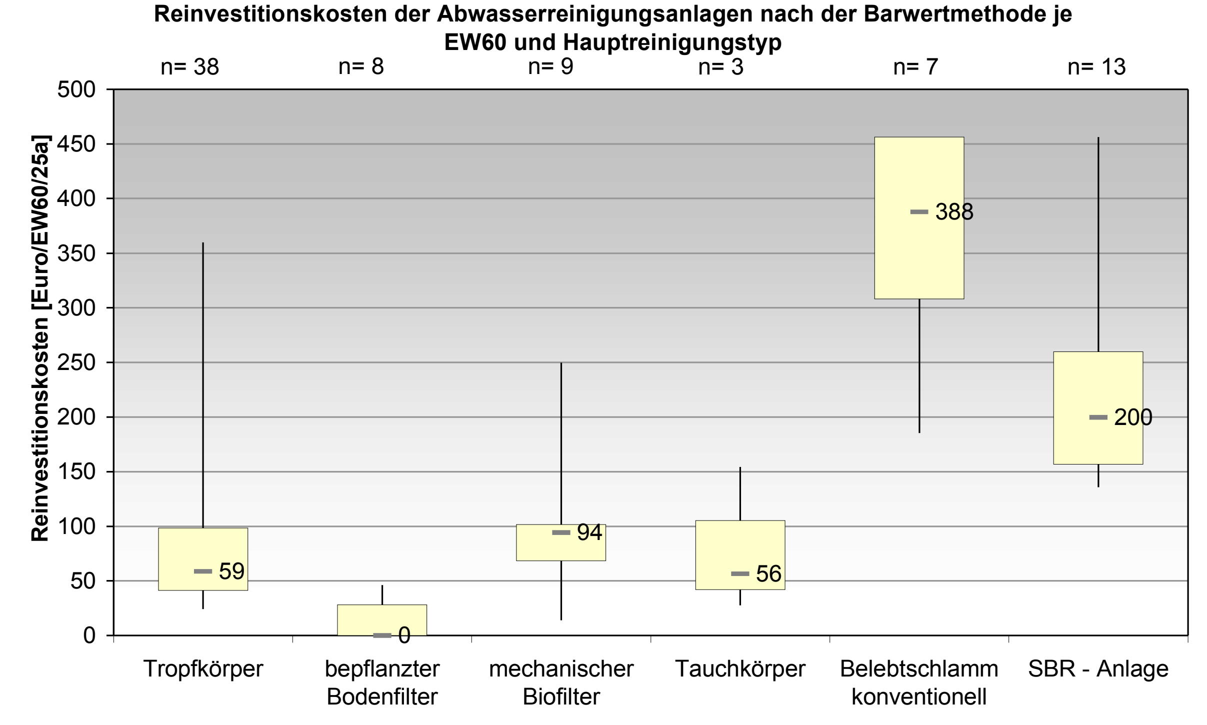


Abbildung 126: Reinvestitionskosten der Abwasserreinigungsanlagen nach der Barwertmethode

In der Abbildung werden 78 Werte dargestellt. Bei zehn Anlagen wurde aufgrund fehlender Investitionskosten auf die Ermittlung der Reinvestitionskosten verzichtet, ein Wert fällt in eine Gruppe mit n<3 und wird somit nicht dargestellt.

Unter Reinvestitionskosten fallen Ausgaben für die Erneuerung der elektrotechnisch-maschinellen Ausrüstung (Pumpen, Steuerung, Belüfter etc.) einer Abwasserreinigungsanlage nach 12,5 Jahren (Hälfte des Betrachtungszeitraumes von 25 Jahren). Zur Ermittlung der Werte wurden auch Herstellerangaben herangezogen.

Der höhere maschinelle Aufwand bei den Belebtschlammanlagen (konv. Belebtschlammanlagen und SBR-Anlagen) bedingt wesentlich höhere Reinvestitionskosten als beim Biofilmverfahren (vgl. Abbildung 126).

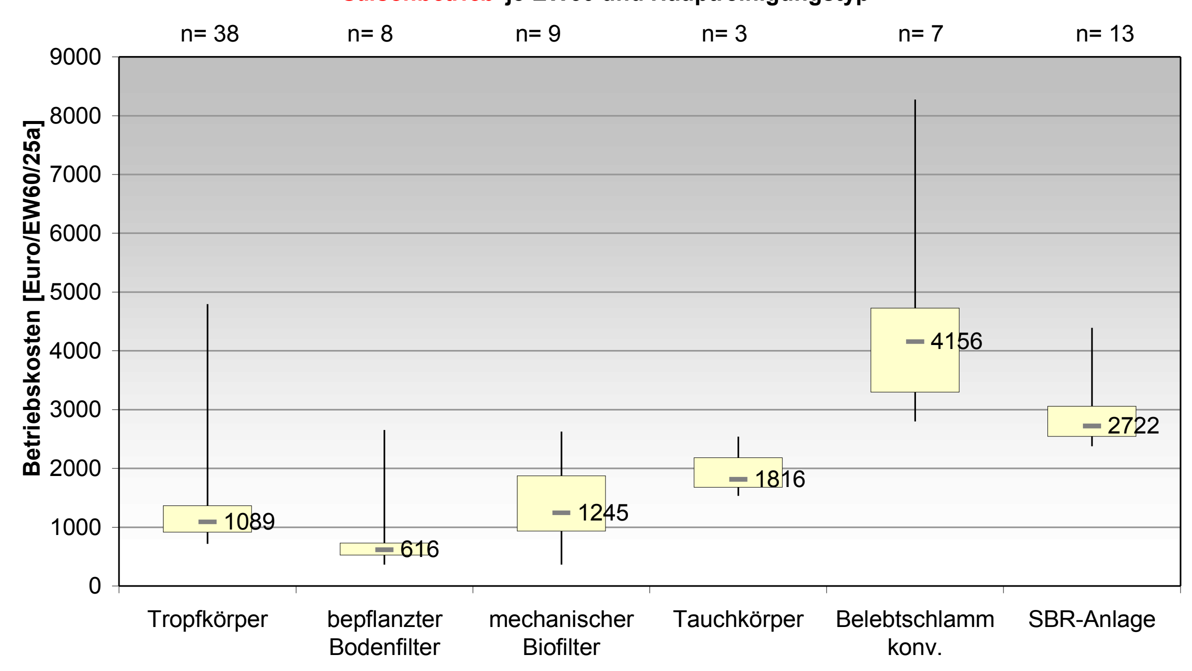


Abbildung 127: Betriebskosten der Abwasserreinigungsanlagen nach der Barwertmethode

In der Abbildung werden 78 Werte dargestellt. Bei zehn Anlagen wurde aufgrund fehlender Investitionskosten auf die Ermittlung der Betriebskosten verzichtet, ein Wert fällt in eine Gruppe mit n<3 und wird somit nicht dargestellt.

Die Betriebskosten beinhalten Kosten für Eigenüberwachung, Fremdwartung und Energie. Die Betriebsmittelkosten (Schmieröl, Filter, etc.) wurden in der Aufstellung wegen Geringfügigkeit nicht berücksichtigt. Zur Ermittlung der Werte wurden auch Herstellerangaben herangezogen.

Die Belebtschlammanlagen weisen im Mittel deutlich höhere Betriebskosten auf als die Biofilmverfahren.

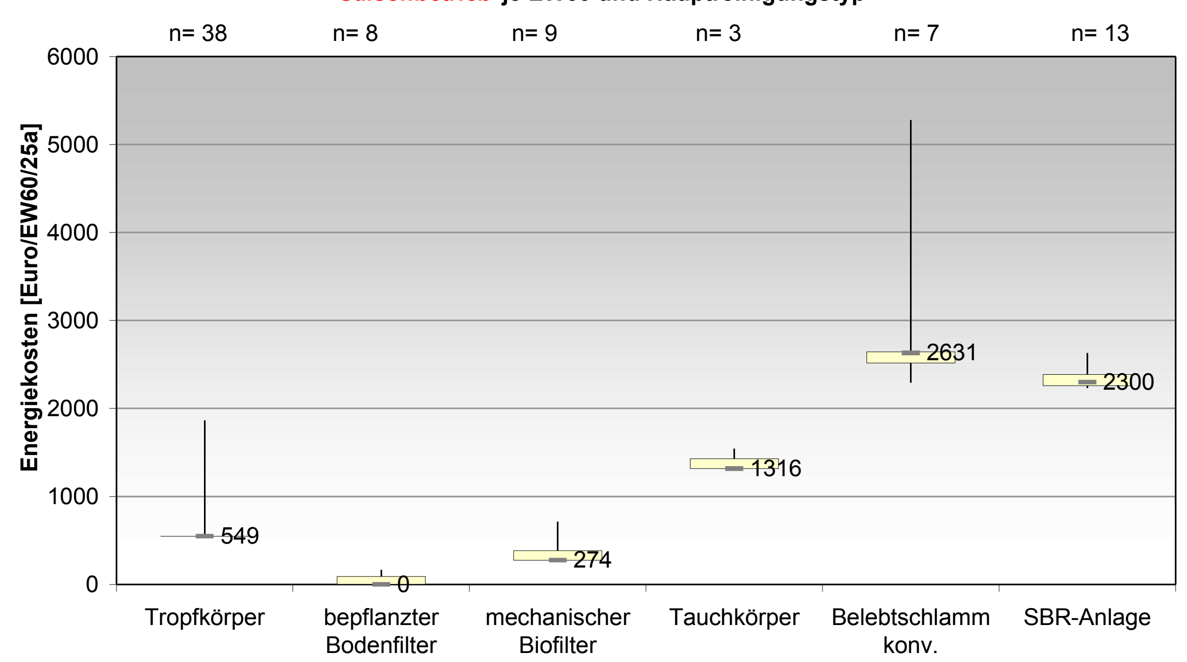
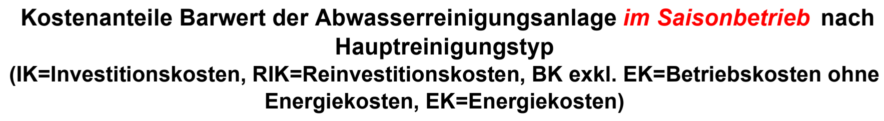


Abbildung 128: Energiekosten der Abwasserreinigungsanlagen nach der Barwertmethode

In der Abbildung werden 78 Werte dargestellt. Bei zehn Anlagen wurde aufgrund fehlender Investitionskosten auf die Ermittlung der Energiekosten verzichtet, ein Wert fällt in eine Gruppe mit n<3 und wird somit nicht dargestellt.

Die Werte wurden von den Hüttenwirten bzw. Hüttenwarten abgefragt oder aus dem jeweiligen technischen Bericht entnommen und unter Zuhilfenahme von Herstellerangaben auf Plausibilität überprüft.

Die Belebtschlammanlagen weisen deutlich höhere Energiekosten als die Biofilmverfahren auf. Bepflanzte Bodenfilter können oftmals im freien Gefälle betrieben werden und benötigen dann keine Energie.



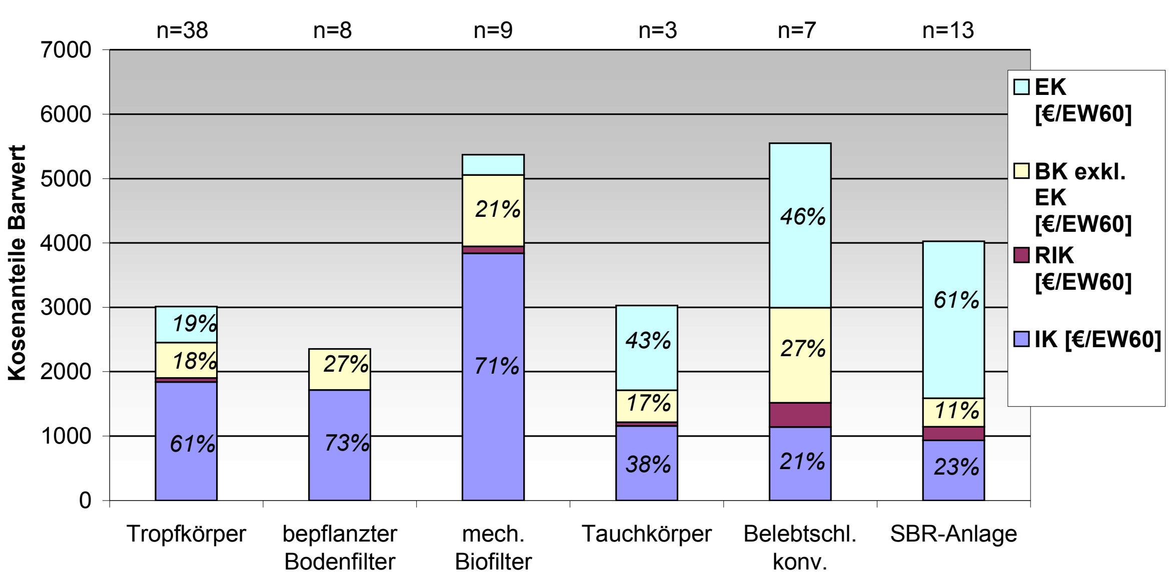


Abbildung 129: Kostenanteile der Abwasserreinigungsanlagen nach der Barwertmethode

In der Abbildung werden 78 Werte dargestellt. Bei zehn Anlagen fehlten die Investitionskosten, ein Wert fällt in eine Gruppe mit n<3 und wird somit nicht dargestellt.

Für Biofilmverfahren, mit Ausnahme der Tauchkörperanlagen, sind die hohen Investitionskosten gegenüber den niedrigen Reinvestitions- und Betriebskosten charakteristisch. Belebtschlammanlagen sind bei der Investition verhältnismäßig kostengünstig, bedingen jedoch dann hohe Reinvestitions- und Betriebskosten. Bei Biofilmverfahren ist die Erstinvestition höher, wobei der Betrieb dann jedoch geringere Kosten verursacht.

Die Kostenbetrachtung ist für die Entscheidung für ein Reinigungssystem sicherlich ein wichtiges Kriterium, es ist jedoch nur ein Kriterium unter vielen, das für die Errichtung einer Abwasserreinigungsanlage herangezogen werden muss.

Im Folgenden werden die weiteren in der Regel maßgebenden Kriterien dargestellt.

Betrachtung nach dem Energieverbrauch

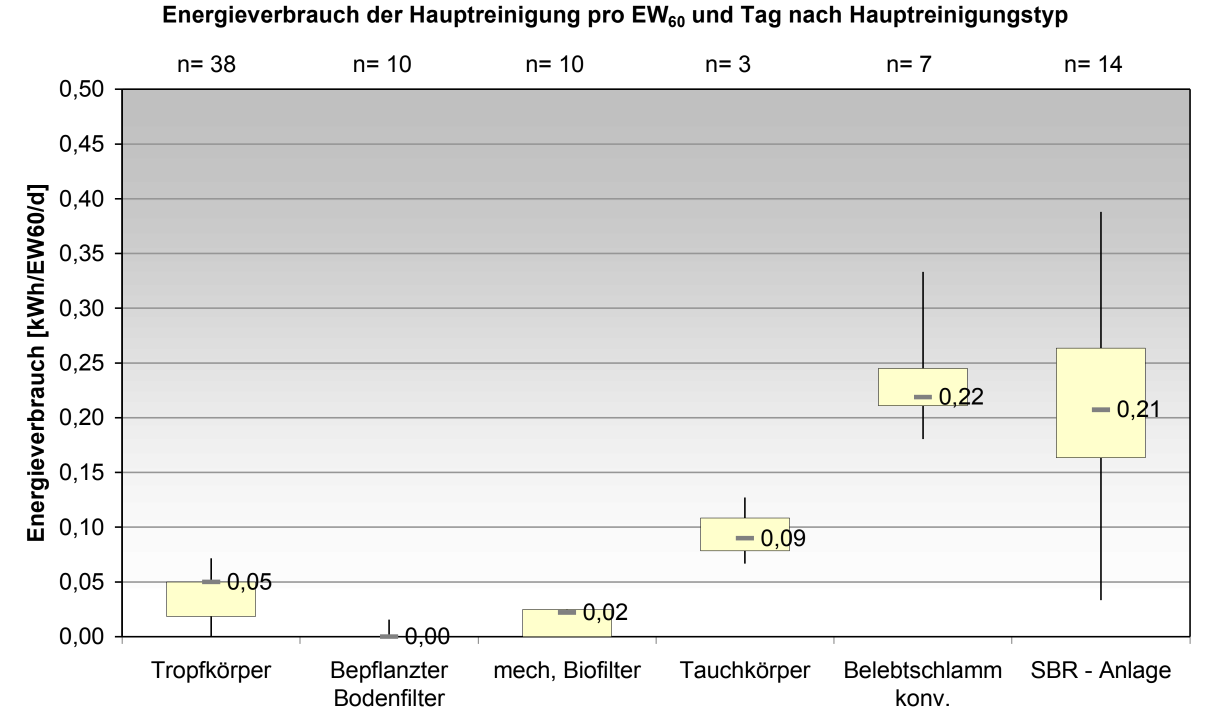


Abbildung 130: Energieverbrauch der Hauptreinigungssysteme

In der Abbildung werden 82 Werte dargestellt, elf Hütten verfügen über keine biologische Hauptreinigung, vier Hütten fallen in Gruppen n<3 und werden daher nicht dargestellt.

Beim Energieverbrauch ergibt sich ein klares Bild. Biofilmverfahren benötigen naturgemäß deutlich weniger elektrische Energie als Belebtschlammanlagen. Der Median bei Ersteren bewegt sich zwischen 0,0 (bepflanzter Bodenfilter) und 0,09 kWh/EW_{60},d, wohingegen der Median bei den Belebtschlammanlagen bei etwa 0,2 kWh/EW_{60},d liegt.

Generell sind aus ökologischen Gründen energiesparende Anlagen vorzuziehen. Außerdem sind die ökonomischen Aspekte und die oftmals schwierige Energieversorgung bei Schutzhütten in Insellage zu beachten.

Betrachtung nach dem Wartungszeitaufwand

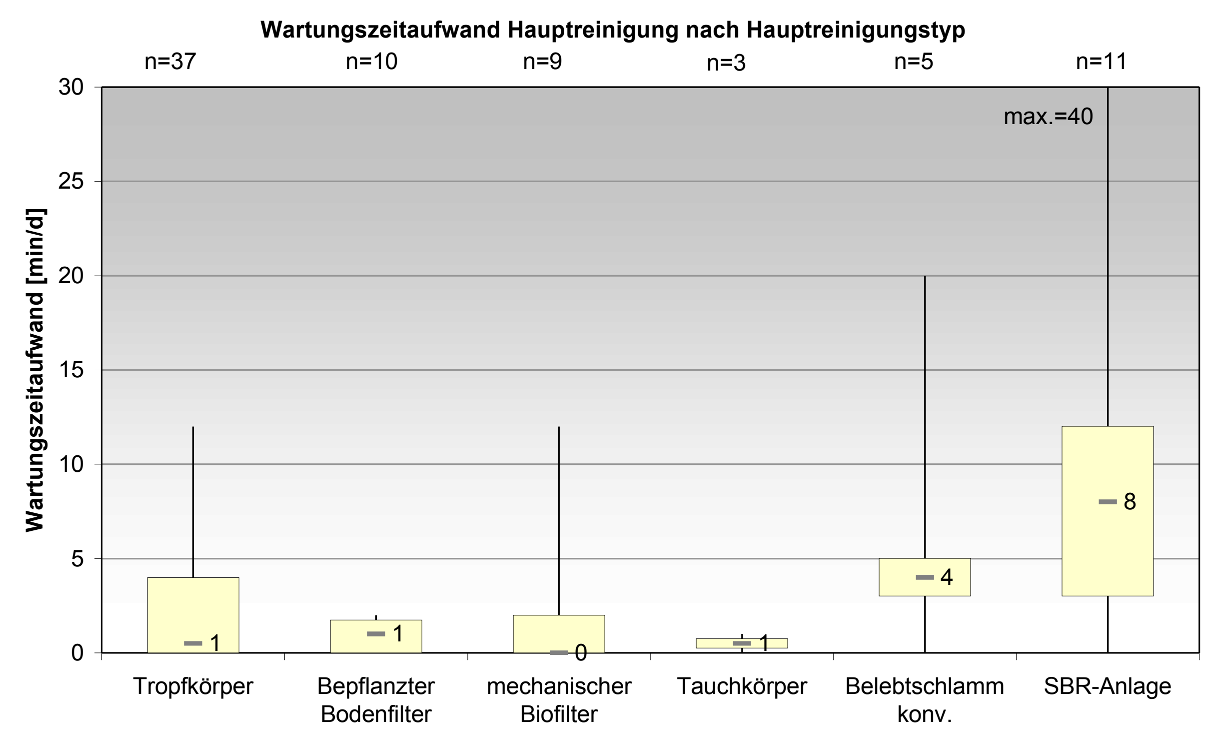


Abbildung 131: Wartungszeitaufwand bei Hauptreinigungssystemen

In der Abbildung werden 75 Werte dargestellt, elf Hütten verfügen über keine biologische Hauptreinigung, 12 Hüttenwirte konnten keine Angaben zum Wartungszeitaufwand machen, zwei Hütten fallen in Gruppen n<3 und werden daher nicht dargestellt.

Der Wartungszeitaufwand einer Abwasserreinigungsanlage ist davon abhängig, wie komplex und technisch aufwändig ihr Anlagenaufbau ist. Intensive Verfahren wie Belebtschlammanlagen mit hoher Ausstattung an elektro-maschinellen Anlagenteilen erfordern einen größeren Wartungsaufwand als extensive Verfahren (z.B. Biofilmverfahren). Dies zeigt sich auch in der Praxis. Bei der Erhebung der 100 Hütten gaben Wirte mit Biofilmverfahren an, deutlich weniger zu warten als ihre Kollegen, die Belebtschlammanlagen betreuen müssen.

Die im Diagramm oben dargestellten Werte geben den tatsächlichen Aufwand aus der Praxis wieder und sind nicht als Richtwerte für eine ordnungsgemäße Wartung zu sehen. Aus fachlicher Sicht reichen diese Wartungszeiten nämlich nicht aus, um die Abwasserreinigungsanlagen ordnungsgemäß zu betreiben. Zwischen 15 und 25 Minuten täglich sind je nach Reinigungssystem zu empfehlen. Die Auswertung von

Abbildung 133 deutet darauf hin, dass es im Bereich der Schutzhütten an Motivation und Bewusstsein für den Bereich der Abwasserentsorgung mangelt.
Es kann natürlich sein, dass die Hüttenwirte mehr Zeit für die Wartung aufwenden, diese aber nicht angeben, weil es „nebenher läuft“. Ein klassisches Beispiel ist die tägliche Sichtkontrolle, die im Zuge von anderen Arbeiten „im Vorbeigehen“ erledigt werden kann.

Betrachtung nach der Störanfälligkeit

Störanfälligkeit Hauptreinigung nach Hauptreinigungstyp

	Tropfkörper	Bepflanzter Bodenfilter	mechanischer Biofilter	Tauchkörper	Belebtschlamm konventionell	SBR - Anlage
n	n=37	n=10	n=10	n=3	n=5	n=13
keine	76%	90%	60%	100%	80%	69%
selten	19%	10%	40%		20%	15%
häufig						15%
sehr häufig						

Abbildung 132: Störanfälligkeit bei Hauptreinigungssystemen

In der Abbildung werden 78 Werte dargestellt, elf Hütten verfügen über keine biologische Hauptreinigung, acht Hüttenwirte konnten bezüglich der Störanfälligkeit keine Angaben machen, drei Hütten fallen in Gruppen n<3 und werden daher nicht dargestellt.
Die Störanfälligkeit wurde in folgende Gruppen eingeteilt: keine = 0 Störungen, selten = 1 Störung pro Monat oder weniger, häufig = 1-2 Störungen pro Monat, sehr häufig = mehr als 2 Störungen pro Monat.
Als häufigste Gruppe von Störungen wurden Probleme im Bereich der elektromaschinellen Ausrüstung, dh. v.a. der Pumpen und Verdichter genannt. Weitere oft genannte Strörungen sind die Verschlammung von Anlagenteilen sowie Probleme mit den Verteileinrichtungen bei Biofilmanlagen.

Generell sind die meisten Anlagen wenig störanfällig. Es wird großteils nur von seltenen Störungen berichtet. Nur bei 5% der Tropfkörper und 15% der SBR-Anlagen kommen häufige oder sehr häufige Störungen vor.

Beurteilung durch den Betreiber (Zufriedenheit)

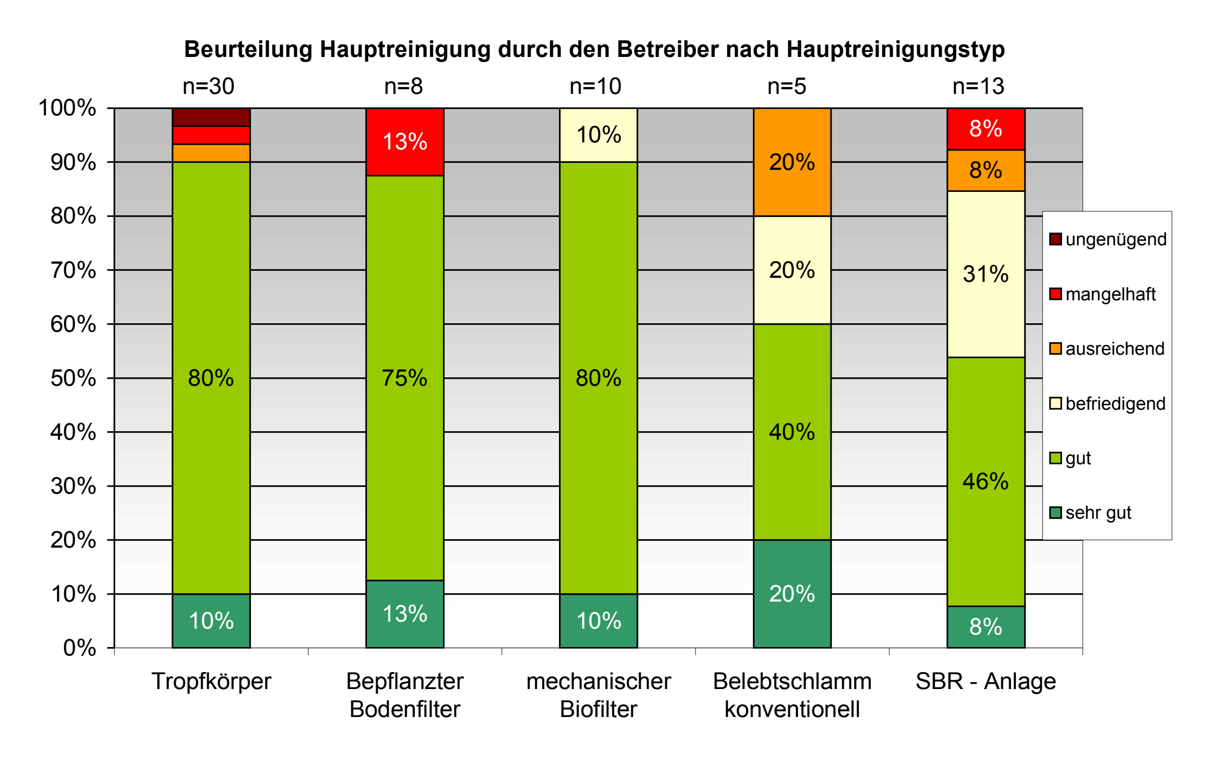


Abbildung 133: Beurteilung der Hauptreinigungssysteme durch den Betreiber (Zufriedenheit)

In der Abbildung werden 66 Werte dargestellt, elf Hütten verfügen über keine biologische Hauptreinigung, 19 Hüttenwirte wollten keine Beurteilung bezüglich der Hauptreinigung abgeben, vier Hütten fallen in Gruppen n<3 und werden daher nicht dargestellt.

Es fällt auf, dass die Biofilmverfahren zu ca. 90%, die Belebtschlammanlagen nur zu ca. 60% mit „sehr gut" und „gut" beurteilt werden. Die untersuchten Tropfkörper, bepflanzten Bodenfilter und mechanischen Biofilter wurden von den Betreibern zu 90% bzw. 88% mit „sehr gut" oder „gut" bewertet. Die konventionellen Belebtschlammanlagen und SBR-Anlagen wurden lediglich zu 60% bzw. 54% mit „sehr gut" oder „gut" beurteilt.

Es kann also durchaus festgestellt werden, dass Biofilmverfahren von den Betreibern tendenziell besser beurteilt werden, als Belebtschlammanlagen. Diese Beurteilung ist größtenteils auf das einfachere Handling und die Wartungsfreundlichkeit der Biofilmverfahren zurückzuführen.

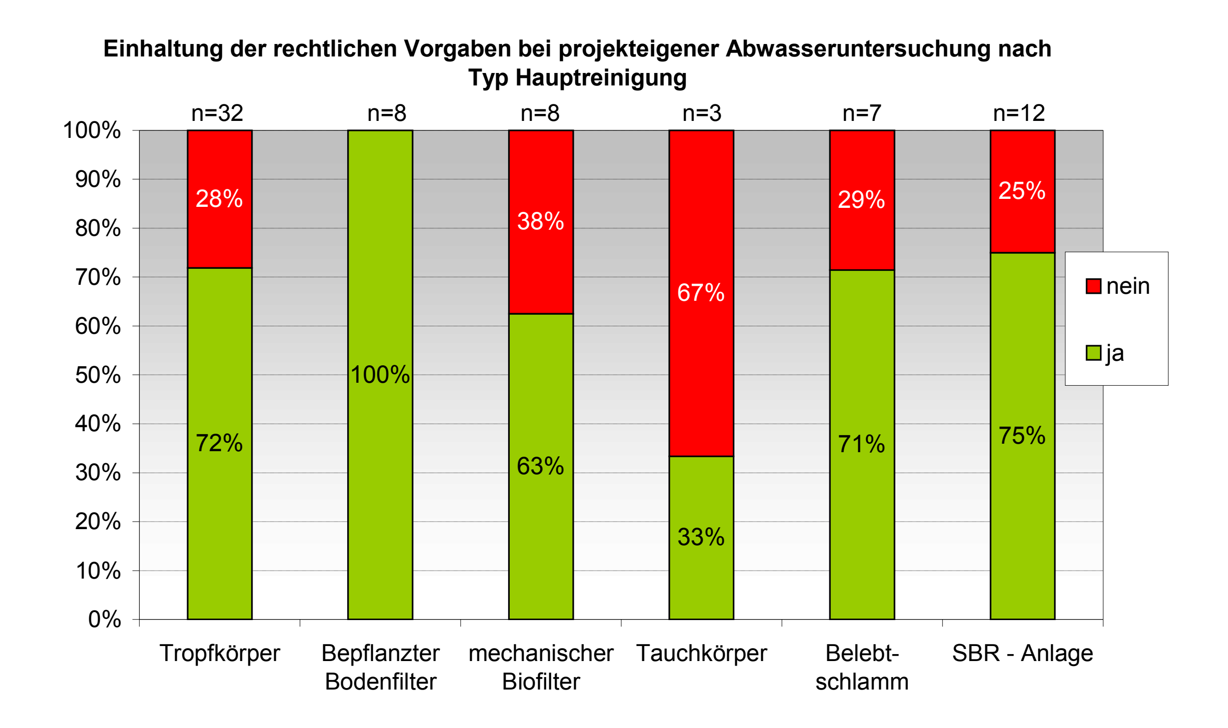


Abbildung 134: Einhaltung der Reinigungsleistung bei projekteigener Abwasseruntersuchung

Im Zuge des gegenständlichen Projekts wurden Abwasserproben gezogen. Es fällt auf, dass bei einigen Anlagen die rechtlichen Vorgaben der Abwasserreinigung nicht eingehalten wurden. Lediglich die acht bepflanzten Bodenfilter konnten immer die Reinigungsleistung erfüllen. Bei allen anderen Systemen gibt es einzelne Anlagen, die bei dieser Stichprobe die Anforderungen nicht einhielten. Es handelt sich hierbei um ein Viertel bis circa ein Drittel der Anlagen (mit Ausnahme der Tauchkörper, wo zwei von drei Anlagen die Anforderungen nicht einhielten).

Insgesamt sind 70 Werte im Diagramm dargestellt. Elf Hütten verfügen über keine biologische Hauptreinigung. Zwölf Anlagen konnten nicht beprobt werden, weitere vier Anlagen unterliegen keinen rechtlichen Vorgaben bezüglich der Reinigungsleistung. Die MBR- und Abwasserteichanlagen werden wegen zu geringer Datenmenge nicht dargestellt.

Da bis auf die Tauchkörperanlagen alle Anlagentypen zu einem ähnlichen Prozentsatz die Reinigungsleistung nicht einhalten, kann festgestellt werden, dass dies nicht auf die Eigenschaften der einzelnen Anlagentypen zurückzuführen ist. Unabhängig von seiner Funktionsweise oder dem Grad der technischen Ausstattung hat sich gezeigt, dass jeder Anlagentyp die Vorgaben einhalten kann. Vielmehr ist eine fachkundige Dimensionierung sowie ein gewissenhafter Betrieb und eine sorgfältige Wartung entscheidend für die Reinigungsleistung.

Bei der Auswahl eines Anlagentyps sind also nicht die behördlich vorgeschriebenen Anforderungen an die Reinigungsleistung entscheidend, sondern man sollte sich an Eigenschaften wie Benutzerfreundlichkeit, geringem Energieverbrauch und Wartungsaufwand orientieren.

Bezüglich der Tauchkörperanlagen ist das in Abbildung 134 dargestellte Ergebnis vorsichtig zu interpretieren, da die Grundmenge mit nur drei dieser Anlagen sehr klein ist. Trotz der in diesem Fall schlechten Reinigungsleistung der Tauchkörperanlagen wird nicht prinzipiell von deren Einsatz abgeraten.

Vgl. Kapitel 3.4.6 Übersichtstabellen

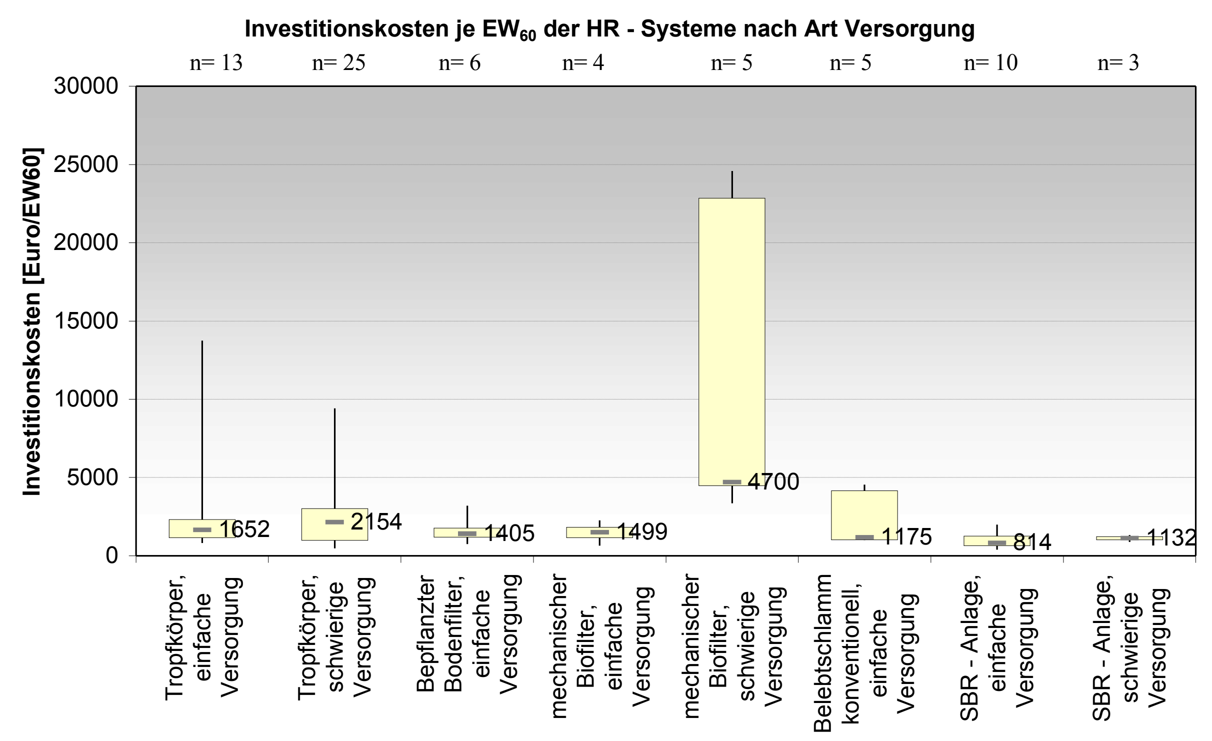


Abbildung 135: Investitionskosten der Abwasserreinigungsanlagen nach Art der Versorgung

In der Abbildung werden 71 Werte dargestellt, elf Hütten verfügen über keine biologische Hauptreinigung, acht Hütten fallen in Gruppen n<3 und werden daher nicht dargestellt.

Aus dem Diagramm geht hervor, dass die Investitionskosten in der Regel unter schwierigen Versorgungsbedingungen um das 1,3 bis 1,4 -fache erhöht sind.

Eine Ausnahme bilden die mechanischen Biofilter, wobei hier zwei Hütten unter schwierigen Versorgungsbedingungen mit Investitionskosten von über 20.000€/EW_{60} diese Spitze ergeben.

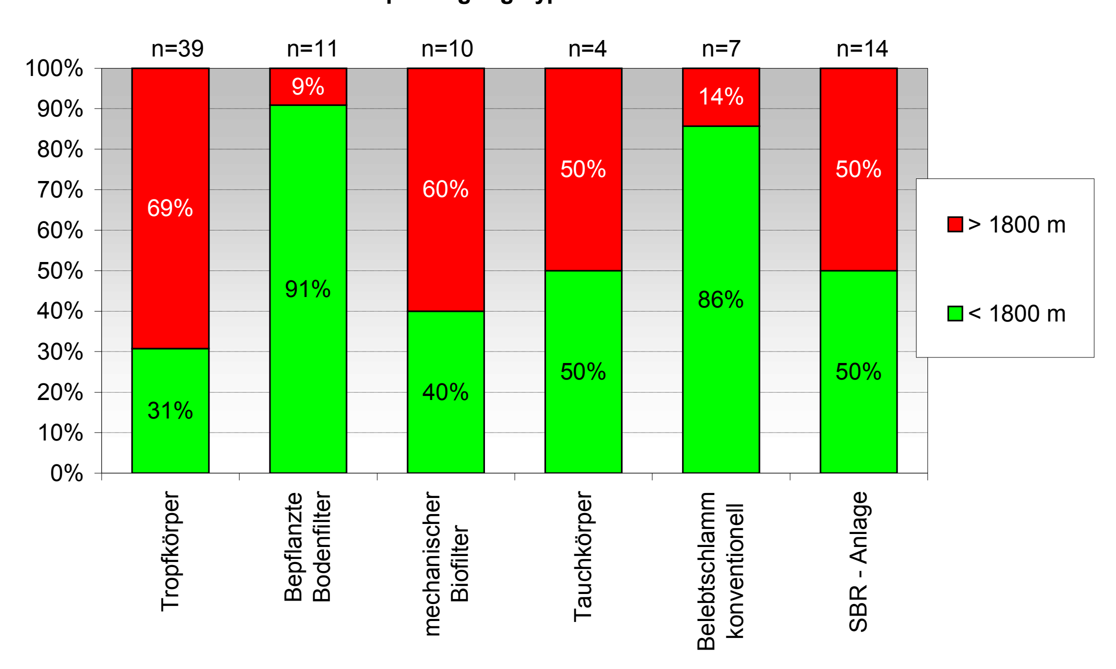


Abbildung 136: Untersuchte Hauptreinigungstypen nach Seehöhe

In der Abbildung werden 85 Werte dargestellt, elf Hütten verfügen über keine biologische Hauptreinigung, vier Hütten fallen in Gruppen n<3 und werden somit nicht dargestellt.

Man sieht, dass die bepflanzten Bodenfilter überwiegend in gemäßigten Höhenlagen (<= 1800 m) gebaut wurden, dass aber unter günstigen örtlichen Gegebenheiten bepflanzte Kiesbette auch über 1800 m realisierbar sind. Des Weiteren fällt auf, dass Tropfkörperanlagen vermehrt in Höhenlagen über 1800 m und konventionelle Belebtschlammanlagen überwiegend in Höhenlagen unter 1800 m realisiert wurden. Jedoch ist die Seehöhe nur für die bepflanzten Bodenfilter von entscheidender Bedeutung (siehe auch Kpitel 3.4.6 Übersichtstabellen).

3.4.4.3 Schlammbehandlung

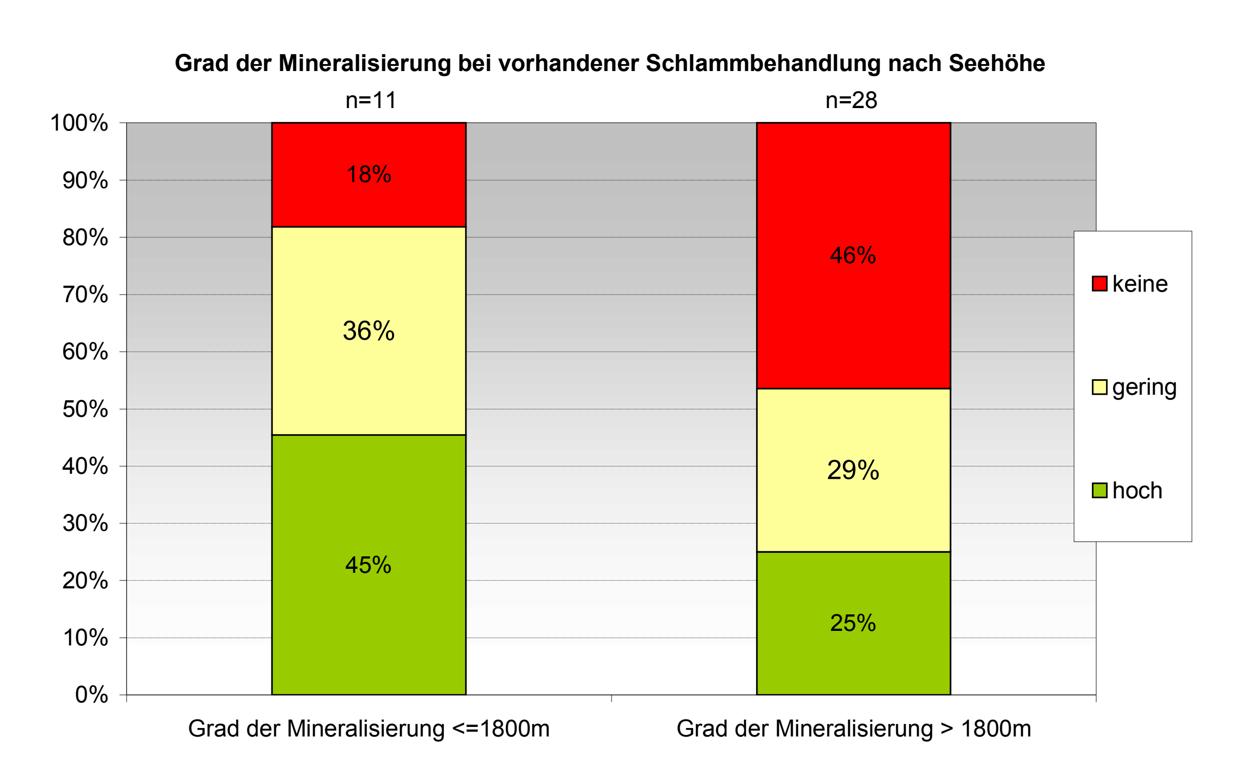


Abbildung 137: Grad der Mineralisierung von Klärschlamm nach Seehöhe

39 der 42 im Projekt untersuchten Schlammbehandlungsanlagen sind dargestellt. Bei drei konnte der Grad der Mineralisierung nicht ermittelt werden.

Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass sich die Schlammbehandlung mit steigender Seehöhe schwieriger gestaltet. Es gibt zwar auch in großen Höhen noch gut funktionierende Schlammbehandlungssysteme; die Anzahl der Anlagen, deren Schlammmineralisierung mit hoch eingestuft wurde, nimmt jedoch in großen Höhen ab bzw. die Anzahl der Anlagen, bei denen keine Mineralisierung erfolgt, zu.

3.4.5 Empfehlungen für die Optimierung von Ver- und Entsorgungsanlagen

Die hier abgegebenen Empfehlungen sowie die angegebenen Systemeigenschaften basieren auf dem Datensatz der 100 erhobenen Objekte. Sie sind somit als Anhaltspunkt zur grundsätzlichen Orientierung für Eigentümer und Betreiber vor einer Detailplanung durch einen Fachmann zu werten und können keinesfalls eine detaillierte Planung, Variantenuntersuchung und Kostenbetrachtung ersetzen.

3.4.5.1 Empfehlungen: Vorreinigungssysteme

Ein funktionierendes Vorreinigungssystem ist unabdingbar für ein gut funktionierendes Hauptreinigungssystem. Es ist daher an das Hauptreinigungssystem anzupassen. Dabei haben die Belebtschlammanlagen in der Regel weniger hohe Ansprüche an die Vorreinigung als die Biofilmsysteme. Dennoch ist, mit Ausnahme weniger Typen, allen diesen Anlagen auch eine Vorreinigung vorgeschaltet. Da hier der Primärschlamm abgetrennt wird, ist die Auswahl des Vorreinigungssystems auch für die weitere Behandlung des Primärschlamms maßgebend.

Bei der Kombination von Vor- und Hauptreinigungssystemen ist vor allem entscheidend, welche Ansprüche das gewählte Hauptreinigungssystem an das vorgereinigte Abwasser stellt. Bei Biofilmverfahren, für deren Funktionstüchtigkeit vorgereinigtes Abwasser mit geringem Feinstoffanteil von wesentlicher Bedeutung ist, sind generell Sedimentationsanlagen oder Feststofftrennsysteme mit nachgeschaltetem Sedimentationsbecken zu empfehlen. Trockentoiletten bilden hierbei eine Ausnahme. Durch die getrennte Erfassung von flüssigen und festen Stoffen ist der Feinstoffanteil im vorgereinigten Abwasser sehr gering.

Neben den Auswirkungen der Vorreinigung auf die nachfolgende Reinigungsstufe, hat die Art der Vorreinigung auch eine Auswirkung auf die nachfolgende Schlammbehandlung. Die Schlammbehandlung in einem Vererdungsbeet bedingt z.B. Nassschlamm, wie er in einem Absetzbecken anfällt. Soll der Schlamm einer

Rotte bzw. einer Kompostierung zugeführt werden, so muss dieser in entwässertem Zustand vorliegen (Vorreinigungssystem z.B. Feststoffpresse, Trockentoilette, etc.).

Einen Sonderfall bei den Vorreinigungssystemen stellen die Trockentoiletten dar. Dies deshalb, da man mit Trockentoiletten das gesamte System der Toilette selbst mit dem nachfolgenden Sammelbehälter für die abgeworfenen Fäkalien bezeichnet. Die Trockentoilette umfasst also nicht nur die Abtrennung der Feststoffe, sondern auch deren Sammlung und weitere Behandlung. Trockentoiletten sollen vor allem dort eingesetzt werden, wo Trink- und Nutzwasser nur in geringem Umfang zur Verfügung stehen. Durch Trockentoiletten kann das Abwasseraufkommen einer Hütte um ein Drittel bis zur Hälfte reduziert werden (siehe Abbildung 117), wobei im entsprechenden Maß die Konzentration von CSB, BSB_5 und NH_4-N ansteigt.
Aus dem System der Trockentoilette muss der Urin möglichst rasch abgezogen werden, damit es zu keinen anaeroben Verhältnissen kommt. Er wird zusammen mit dem restlichen Abwasser in der biologischen Hauptreinigungsstufe behandelt.
Ein ganz besonderes Augenmerk ist bei den Trockentoiletten auf die Be- und Entlüftung zu legen. Da kein Geruchsverschluss in Form eines Siphons wie bei den Wasserspültoiletten vorhanden ist, ist durch ein entsprechendes Abluftsystem eine Zwangslüftung der Fäkalbehälter anzustreben bzw. vorzusehen. Ziel ist, dass der Luftstrom bei der Sitzstelle hinein in Richtung Fäkalbehälter zieht. Bei der Situierung der Fäkalbehälter ist zu bedenken, dass sie entleert werden müssen. Eine Möglichkeit zum einfachen Transport ins Freie ist daher vorzusehen.

Fettabscheider werden von Fachfirmen als Komplettsysteme in unterschiedlichen Nenngrößen produziert. Es wird empfohlen, auf ein derartiges Angebot zurückzugreifen. Die Wahl der Nenngröße erfolgt nach der Art und Menge des zu behandelnden Schmutzwassers. Dabei sind folgende Punkte zu berücksichtigen: der maximale Schmutzwasserabfluss, die maximale Temperatur des Schmutzwassers, die Dichte der abzuscheidenden Fette sowie der Einfluss der Spül- und Reinigungsmittel. Zur Dimensionierung ist die Europäische Norm 1825-2 in der jeweils gültigen Fassung zu verwenden.

Die weiteren Systemeigenschaften bezüglich Platz- bzw. Flächenbedarf, Energieverbrauch, Manipulationsaufwand, Störanfälligkeit und Nutzerzufriedenheit sind in der Übersichtstabelle Vorreinigungssysteme (siehe Kapitel 3.4.6) aufgeführt.

Alle angegebenen Werte wurden im Rahmen der Erhebung ermittelt. Sie stellen den Medianwert der in der Erhebung enthaltenen Systeme dar.

3.4.5.2 Empfehlungen: biologische Hauptreinigungsstufen

Störanfälligkeit

Aus der Erhebung der 100 Hütten hat sich gezeigt, dass die meisten der untersuchten Hauptreinigungssysteme in Bezug auf Zuverlässigkeit (bzw. Störanfälligkeit) ähnlich gut abschneiden.

Das technisch sehr einfache Konzept der bepflanzten Bodenfilter hebt sich in Abbildung 132 von den übrigen Systemen mit seiner sehr geringen Störanfälligkeit ab. Die drei Tauchkörperanlagen wiesen keine Störungen auf. Sie sind im Vergleich mit den übrigen Systemen aber doch eher unterrepräsentiert.

Reinigungsleistung

Aus der projekteigenen Überprüfung der Reinigungsleistung (siehe Abbildung 134) kann kein markanter Unterschied zwischen den verschiedenen Reinigungssystemen erkannt werden. Es kann also nicht aufgrund einer bestimmten behördlich geforderten Reinigungsanforderung die Wahl auf ein bestimmtes Reinigungssystem fallen. Alle Anlagentypen können bei ordnungsgemäßer Dimensionierung gemäß den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten und unter guter Wartung die rechtlichen Vorgaben erfüllen.

Bei der Interpretation der schwachen Reinigungsleistungen der Tauchkörperanlagen (nur eine von drei untersuchten Anlagen hält die geforderten Werte ein) ist die geringe Anzahl der untersuchten Anlagen zu berücksichtigen. Prinzipiell kann auch dieses Reinigungssystem sicherlich alle geforderten Werte einhalten.

Kosten

Signifikante Unterschiede zeigen sich jedoch bei der Barwertberechnung (Betrachtungszeitraum von 25 Jahren) der Abwasserreinigungssysteme. Hier zeigt sich eindeutig, dass die hohen Betriebskosten, und hierbei insbesondere die hohen Energiekosten, die Belebtschlammanlagen (trotz geringerer Investitionskosten) signifikant teurer als die Biofilmverfahren machen (Abbildung 124). Die mechanischen Biofilter bilden bei den untersuchten Abwasserreinigungsanlagen

insofern eine Ausnahme, als die sehr hohen Investitionskosten den Vorteil der geringen Betriebskosten neutralisieren.
In Abbildung 130 wird der systemspezifische Energieverbrauch dargestellt. Hier spiegelt sich die oben beschriebene Situation wider. Die untersuchten Belebtschlammsysteme weisen im Median einen vielfach höheren Energieverbrauch als die Biofilmsysteme auf.

Wartungsaufwand

Ein weiterer Punkt, der eindeutig für die Biofilmsysteme spricht, ist der geringere Wartungsaufwand. In Abbildung 131 werden die vom Hüttenwirt angegebenen Wartungszeiten dargestellt. Diese von den Wirten angegebenen Wartungszeiten entsprechen aus fachlicher Sicht nicht den tatsächlich notwendigen. Dabei reagieren Belebtschlammanlagen sensibler auf Wartungsdefizite als Biofilmsysteme.

Nutzerzufriedenheit

Ähnlich wie beim Wartungsaufwand ist auch das Bild bei der Nutzerzufriedenheit. Die technisch einfachen und maschinell nur wenig aufwendigen Biofilmverfahren wurden zu 85-90% mit „sehr gut“ und „gut“ bewertet. Jedoch wurden die maschinell aufwendigeren und technisch anspruchsvolleren Belebtschlammsysteme nur zu 50-60% mit „sehr gut“ und „gut“ beurteilt (siehe Abbildung 133). Dass es bei allen dargestellten Systemen mit „sehr gut“ bewertete Anlagen gibt, zeigt, dass bei entsprechender Ausbildung und Motivation des Hüttenwirts auch technisch aufwendige Systeme die Nutzerzufriedenheit nicht maßgeblich einschränken. Eine allgemeine Schulung für den Betrieb von Kleinkläranlagen bzw. Kläranlagen in Extremlage, wie sie derzeit vom ÖWAV angeboten wird, ist daher unbedingt zu empfehlen. Darüber hinaus ist eine ausführliche Einweisung des Betreibers durch den Hersteller bei der Übergabe der Anlage und bei technisch aufwendigen Anlagen jedenfalls eine weitere Betreuung des Betreibers durch die Herstellerfirma während der ersten ein bis zwei Betriebsjahre zu empfehlen.

Zusammenfassung

Aufgrund der durchgeführten Erhebung, der Auswertung und Beurteilung wird zusammenfassend zur Wahl des Hauptreinigungssystems empfohlen:

Die bevorzugte Anwendung von Biofilmsystemen gegenüber Belebtschlammanlagen stellt in den meisten Fällen die erste Option dar. Erst wenn die Biofilmverfahren aufgrund der örtlichen Gegebenheiten ausscheiden, wird die Anwendung von Belebtschlammanlagen empfohlen.
Bei den Biofilmverfahren ist wiederum die Anwendungsmöglichkeit eines bepflanzten Bodenfilters zu untersuchen. Scheidet dies aus, ist auf die Tropfkörperanlagen überzugehen.
Dies deshalb, da sich aus der Praxis und den Erhebungen zeigt, dass einfache Systeme mit wenig Technik leichter von den Wirten betrieben und gewartet werden können. Daher ist es sinnvoll, im Rahmen der Anlagenplanung diese Optionen als erstes zu betrachten.
Diese Empfehlung steht im Einklang mit den untersuchten Kosten (Gesamtkostenbarwert) für die einzelnen Kläranlagensysteme.
Durch die dargestellte Vorgehensempfehlung wird kein System generell ausgeschlossen, sondern kommt jeweils dann zum Einsatz, wenn es die Umgebungsbedingungen erfordern.

Festzustellen ist jedoch, wie bereits mehrmals festgehalten, dass letztendlich jede Hütte für sich eigenständig zu betrachten ist und die Auswahl des tatsächlich zum Einsatz gelangenden Systems nur unter Zuhilfenahme eines erfahrenen Fachplaners erfolgen soll.

Nachstehend werden weitere Empfehlungen zur Planung von Kläranlagen abgegeben, unabhängig vom eingesetzten Reinigungssystem:

- Bei der Planung von Anlagen muss auf eine betriebs- und wartungsfreundliche Anordnung der Bauteile (Zugänglichkeit, Erreichbarkeit) geachtet werden. Eingehauste Anlagen sind aufgrund der einfacheren Bedienbarkeit und Wartung erdversetzten Anlagen gegenüber zu bevorzugen.
- Vor der Versickerung der gereinigten Abwässer bzw. vor deren Einleitung in einen Vorfluter ist eine Möglichkeit zur Probenahme vorzusehen. Diese Abwasserproben dienen einerseits zur Überwachung und ggf. Steuerung des laufenden Betriebs, sind aber auch in regelmäßigen Abständen behördlich vorgeschrieben.
- Die Behebung von Störungen auf Hütten verursacht um ein Vielfaches höhere Kosten als im Tal. Ebenso ist der Zeitraum, bis es zu einer Behebung der

Störung kommt, viel länger. Daher ist bei der Wahl des Abwasserreinigungssystems auf eine geringe Störanfälligkeit zu achten.

- Bei der Planung der Anlagen müssen die langfristigen Ziele der Sektion bzw. des Hüttenwirtes berücksichtigt werden. Betrachtet werden sollte vor allem die Entwicklung der Gästezahl (Auslastung) sowie potentielle kleinklimatische Veränderungen wie zum Beispiel die Verringerung des Wasserdargebots.
- Der biologische Reinigungsprozess wird wesentlich durch die chemisch-physikalischen Eigenschaften des Trink- und Brauchwassers (Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht und ähnliches) beeinflusst. Insbesondere bei Nutzung von Oberflächenwässern sind entsprechende Planungsüberlegungen anzustellen.
- Um eine realistische Planung erstellen zu können, müssen im Vorfeld über mindestens ein bis zwei Jahre Aufzeichnungen von Gästezahlen (Tagesgäste und Übernachtungsgäste) und Wasserverbrauch (mittels Wasserzähler und Datenlogger) durchgeführt werden.
- Das Betriebs- und Wartungsbuch muss Angebotsbestandteil der ausführenden Firma sein und bei Übergabe der Anlage dem Anlagenbetreiber ausgehändigt werden.
- Der Wartungsaufwand und die Wartungstätigkeiten müssen vom Hersteller einer Anlage im Angebot verbindlich angegeben werden und auch Bestandteil des Liefervertrages sein.
- Aufgrund der für Schutzhütten typischen starken Schwankungen des Abwasseranfalls hinsichtlich Art und Menge, ist die Hauptreinigung in eine Stark- sowie eine Schwachlaststufe zu gliedern. Dies kann sowohl in Form von zwei baulich getrennten Einheiten (z.B. hintereinander geschaltete Tropfkörperanlagen) oder auch durch zuschaltbare Aggregate (z.B. zusätzliche Belüfter bei Belebtschlammsystemen) erfolgen. Der positive Effekt liegt jeweils in einer Energieeinsparung.

Fazit:

Zusammenfassend sind technisch möglichst einfache, Energie sparende und kostengünstige Systeme, die den örtlichen Rahmenbedingungen und rechtlichen Anforderungen gerecht werden, zu empfehlen. Sie sind durch eine geringe

Störanfälligkeit bzw. eine hohe Zuverlässigkeit, eine einfache Bedienung und durch geringen Betriebs- und Wartungsaufwand charakterisiert.

3.4.5.3 Empfehlungen: Weitergehende Reinigung

Obwohl jede Kombination von Systemen der weitergehenden Reinigung und Hauptreinigungssystemen denkbar ist, sind die verschiedenen Reinigungsstufen unbedingt aufeinander abzustimmen. Das ganze System der Abwasserreinigung muss als Gesamtheit betrachtet werden, das wiederum in Wechselwirkung mit den anderen Ver- und Entsorgungssystemen der Schutzhütte steht.

Generell ist bei allen Anlagen eine weitergehende Reinigung zu empfehlen, da sie den Ablauf vergleichmäßigt und die Ablaufwerte verbessert. Dadurch wird außerdem im Falle einer Versickerung das Grund- und Bergwasser geschützt.

Bei der Wahl des Systems der weitergehenden Reinigung soll darauf geachtet werden, dass der Ablauf beprobt werden kann, bevor er versickert oder eingeleitet wird. Dadurch kann die Funktionsfähigkeit und Reinigungsleistung der weitergehenden Reinigung kontrolliert werden.

Im Sinne von Ressourcenschonung und Energiesparen soll eine weitergehende Reinigung gewählt werden, die zum Betrieb keine Energie benötigt. Um eine Beschickung im freien Gefälle zu ermöglichen, kann das Gelände ausgenutzt werden. Systeme der weitergehenden Reinigung, die im Betrieb keine Energie benötigen, sind: Nachfilterschacht, mechanischer Biofilter oder bepflanzter Bodenfilter.

Wie bei allen Ver- und Entsorgungssystemen sind Anlagen mit geringem Wartungsaufwand und niedrigen Betriebsmittelkosten zu empfehlen. Wiederum können hier folgende Systeme genannt werden: Nachfilterschacht, mechanischer Biofilter oder bepflanzter Bodenfilter.

Wird im Zuge der wasserrechtlichen Verhandlung eine Desinfektion des Abwassers gefordert, muss eine UV-Desinfektionsanlage eingesetzt werden. Dieses System hat

sich auf Schutzhütten bereits mehrfach und über lange Zeit hinweg bewährt. Das zu desinfizierende Abwasser muss jedoch weitgehend fest- und trübstofffrei sein, um eine optimale Durchdringung mit den UV-Strahlen zu gewährleisten. Dazu ist gegebenenfalls ein Filter vorzuschalten.
Unter entsprechenden Randbedingungen kann auch der Einbau einer MBR-Anlage erfolgen. Der durch eine derartige Membran hindurch abgezogene Ablauf ist ebenfalls weitgehend keimfrei.
Wie oben beschrieben, bewirken prinzipiell alle weitergehenden Reinigungen eine Reduktion der Keimbelastung, jedoch kann nicht, wie bei der UV-Desinfektionsanlage, eine vollständige Hygienisierung garantiert werden.

3.4.5.4 Empfehlungen: Schlammbehandlungssysteme

Das System der Schlammbehandlung ist auf die Anlagen der Vor- und Hauptreinigungsstufen abzustimmen. Abhängig davon, ob Nass- oder Trockenschlamm anfällt, sowie natürlich von der Menge des Schlamms, ist das Schlammbehandlungssystem zu planen.
Wenn eine Beeinträchtigung der autochtonen alpinen Flora bzw. eine potentielle Verunreinigung von unterhalb liegenden Wasserressourcen (insbesondere bei Karstgebieten) nicht zu befürchten ist, ist nach entsprechender Behandlung die Ausbringung des Klärschlamms im Hüttenumfeld anzustreben. Die Ausbringung setzt natürlich eine Bewilligung durch die zuständige Behörde voraus.
Wenn eine Ausbringung im Hüttenumfeld aus den oben genannten bzw. rechtlichen und/oder wirtschaftlichen Gründen nicht möglich bzw. sinnvoll ist, sind die anfallenden Reststoffe abzutransportieren. Unter schwierigen Transportbedingungen (z.B. Materialseilbahn, Hubschrauberversorgung) ist eine Volumens- und Gewichtsreduzierung des Schlamms vor dem Abtransport anzustreben.
Oft ist die Mineralisierung eine Voraussetzung, um den Schlamm ausbringen zu dürfen. Dazu können zwei Verfahren empfohlen werden: Beim Verfahren der Kompostierung (bzw. Rotte) erfolgt der Abbau des organischen Materials mit Hilfe von Mikroorganismen und der Zufuhr von Sauerstoff (aerob; siehe auch Kapitel 3.4.3.4 Schlammbehandlung). Insbesondere bei kleinen Hütten bietet sich ein Solar-Komposter an. Dieses Verfahren eignet sich, wenn Trockenschlamm vorliegt. Im Falle von Nassschlamm eignen sich Vererdungsbeete.

Eine weitere Form der Schlammbehandlung ist die Schlammtrocknung. Dabei wird das Augenmerk auf eine möglichst weitgehende Austrocknung des Schlammes gelegt und weniger die Mineralisierung desselben angestrebt. Für die Schlammtrocknung kommen überdachte Trockenbeete bzw. solarbetriebene Kompakttrockner zum Einsatz. Empfehlungen bezüglich der Schlammbehandlung finden sich im sog. „Reststoffprojekt“, welches mit Unterstützung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt von der Hochschule der Bundeswehr in München, der Technischen Universität Innsbruck und mehreren privaten Firmen erstellt wurde. Da in diesem umfassenden Reststoffprojekt Empfehlungen hinsichtlich der Schlammbehandlung enthalten sind, beschränken sich die Empfehlungen in dem gegenständlichen Werk auf o.a. Darstellungen. Nachfolgend ist eine Zusammenfassung der Empfehlungen aus diesem Reststoffprojekt angeführt.

Kurzfassung Reststoffprojekt

Das Projekt „Klärschlammproblematik im Hochgebirge – Untersuchung und Optimierung der Verwertung bzw. der Beseitigung von Abfällen aus der Abwasserbehandlung im Bereich alpiner Hütten des Deutschen Alpenvereins“, oft kurz als „Reststoffprojekt“ bezeichnet, wurde von der Universität der Bundeswehr München und der Technischen Universität Innsbruck mit Unterstützung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt und mehreren privaten Firmen erstellt. Der Durchführungszeitraum erstreckte sich von 01.12.2003 bis 31.12.2008.
Es wurden sieben Verfahren zur Schlammbehandlung untersucht, die sich in zwei Gruppen einteilen lassen. Bei den Entwässerungsverfahren (Solar-Schlammtrockner, Filtersacksystem, überdachtes Trockenbeet und Pflanzenbeet) wird der Wassergehalt der Reststoffe reduziert und dadurch das Volumen erheblich verringert. Der folgende Abtransport gestaltet sich einfacher und sicherlich auch kostengünstiger. Bei der zweiten Gruppe (Solar-Komposter, Stufenkomposter, Komposttoiletten) steht die Kompostierung des Klärschlammes mit dem Ziel der Reduzierung und unter Umständen einer Ausbringung im Vordergrund. Daher sind auch eine Reduktion der organischen Substanz und eine Hygienisierung (Verringerung der Anzahl von mikrobiologischen Indikatororganismen) von Bedeutung.

Die Studie ergibt, dass mit den untersuchten Verfahren eine zielgerichtete Schlammbehandlung möglich und sinnvoll ist. Insbesondere konnten das Volumen, aber auch die Anzahl der mikrobiologischen Indikatororganismen und der Anteil der organischen Substanzen reduziert werden. Eine Behandlung des Klärschlammes ist unabhängig von der späteren Entsorgung oder Verwertung empfehlenswert. Die Belastung mit Schwermetallen liegt erwartungsgemäß deutlich unter jener von kommunalen Klärschlämmen und sollte kein Hindernis für eine Verwertung darstellen.

Nachfolgend eine kurze Zusammenfassung der allgemeinen Empfehlungen:

- Bei der Auswahl des Verfahrens sind insbesondere die rechtlichen Vorgaben zu beachten. Weiters soll sich das gewählte Verfahren in das vorhandene Klärkonzept einbinden und an die standortspezifischen Einflüsse angepasst werden.
- Eine sorgfältige und fachgerechte Betriebsführung und Wartung verbessert das Behandlungsergebnis sehr. Fließfähige Schlämme erfordern geringeren Arbeitsaufwand als stichfeste Komposte, da sie gepumpt werden können.
- Bei schwieriger Erreichbarkeit können die Transportkosten bis zu 40% der Gesamtinvestitionskosten betragen.
- Die im Zuge des Projekts erarbeiteten Formeln zur Bemessung der Schlammbehandlungsverfahren können dem Abschlussbericht entnommen werden.
  (www.unibw.de/ifw/swa/Forschungsvorhaben/reststoffbehandlung/downloads)

Empfehlungen zu den einzelnen Schlammbehandlungssystemen:

- Der Solar-Schlammtrockner wird für kleine Hütten zur Entwässerung empfohlen. Ein geeigneter Platz mit hoher Sonneneinstrahlung ist Voraussetzung. Es tritt keine Geruchsbelästigung auf, wenn eine Beschickung in Intervallen von 2-3 Wochen möglich ist. Nach dem Winter wird das entwässerte Material entsorgt.
- Zur Entwässerung bei größeren Hütten besteht die Möglichkeit, je nach Flächenverfügbarkeit auf ein Trockenbeet (große, einigermaßen ebene Fläche nötig) oder eine Filtersackanlage (kompakt, in Betriebsgebäude)

zurückzugreifen. Die Filtersackanlage sollte so dimensioniert werden, dass der Klärschlamm einer Saison aufgenommen und über den Winter entwässert werden kann. Bei den Trockenbeeten wird eine maximale Füllhöhe von 25 cm empfohlen, bei Verwendung einer Überdachung (empfehlenswerte Dachneigung: 43°) ist auf die Einwirkung auf das Landschaftsbild Rücksicht zu nehmen. Als Variante ist auch die Schlammbehandlung in einem Pflanzenbeet möglich, wodurch ebenfalls eine Mineralisierung und Entwässerung erreicht wird. Dazu erfolgt der Schlammaustrag in einen vorgefertigten Polder im Hüttenumfeld mit darauf folgender Graseinsaat zur weiteren Entwässerung des Materials..

- Bei der Verwendung von Kompostierungssystemen können Solar-Komposter, Stufenkomposter oder Komposttoiletten zum Einsatz kommen.

  Der Solar-Komposter wird üblicherweise mit dem Material aus den Fäkalcontainern der Trockentoiletten einmal pro Saison befüllt, das dann 1-2 Jahre im System verbleiben sollte.

  Sind Komposttoiletten zur Behandlung der festen Abwasserinhaltsstoffe vorgesehen (flüssige Anteile und Urin müssen separat gespeichert und biologisch behandelt werden), erfolgt eine Durchmischung mit Strukturmaterial. Durch mehrfaches Umfüllen in den Kompostbehältern findet eine Volumenreduktion und ein Abtrocknen des Materials statt.

  Bei der Verwendung eines Stufenkomposters werden die festen Abwasserinhaltsstoffe zusammen mit Strukturmaterial zum Verrotten in mehrere stufenartig angelegte Bodenkammern gefüllt. Nach einer Saison wird das Material in die nächste Kammer weitertransportiert. Es erfolgt dabei eine Lockerung und Durchmischung des Materials.

- Das Ziel des jeweiligen Schlammbehandlungssystems ist eine Volumenreduktion und Entwässerung des Materials. Die weitere Verwertung der behandelten Reststoffe hängt im Einzelfall von den jeweiligen Rahmenbedingungen ab. Hierbei werden besonders durch die jeweilige Landesgesetzgebung enge Vorgaben festgelegt.

3.4.6 Übersichtstabellen

Stärken und Schwächen der Vor- und Hauptreinigungssysteme

In den folgenden Übersichtstabellen der Vor- und Hauptreinigungssysteme werden die jeweiligen Systeme hinsichtlich ihrer potentiellen Einsatzbereiche und Systemeigenschaften dargestellt. Auf eine gesonderte Darstellung der weitergehenden Reinigung wurde hierbei verzichtet, da die selben Systeme oftmals als Hauptreinigungssysteme zur Anwendung kommen und die Eigenschaften in dieser Tabelle abzulesen sind. Weiters wird auf Kapitel 3.4.2 Darstellung der anwendbaren Systeme verwiesen, wo Systemeigenschaften und Funktionsweisen ausführlicher dargestellt werden.

Stärken und Schwächen der Vorreinigungssysteme

Vorreinigungssysteme: Stärken und Schwächen

		Vorreinigungssysteme: Absetzanlagen	Feststoffpressen	Trockentoiletten	Filtersackanlagen
Einsatzbereich	**Ausbringung vor Ort erlaubt**	+	+	+	+
	Ausbringung vor Ort nicht erlaubt				
	Bei Ver- bzw. Entsorgung über einen Fahrweg	++ Abtransport mit Vakuumfass	+ platz- und gewichtsparender Abtransport	+ platz- und gewichtsparender Abtransport	+ platz- und gewichtsparender Abtransport
	Bei Ver- und Entsorgung mittels Materialseilbahn / Hubschrauber	o anfallender Nassschlamm muss für Abtransport entwässert werden	+ platz- und gewichtsparender Abtransport	+ platz- und gewichtsparender Abtransport	+ platz- und gewichtsparender Abtransport
	Trink- / Nutzwasserversorgung knapp	Bei Wassermangel sind Trockentoiletten zu empfehlen			
	kostenintensive Energieversorgung	++ i. d. R. kein Energieverbrauch	o konst. Energieverbrauch	+ Energie für Lüftungsmaßnahmen	++ geringer bzw. kein Energieverbrauch
	Anlagengröße				
	< 50 EW_{60}	++	++	++	++
	50 - 100 EW_{60}	++	++	+	o
	> 100 EW_{60}	++	+	o	-
Eigenschaften und Merkmale	**Manipulations- / Wartungsfreundlichkeit**	++	-	-	o
	Zuverlässigkeit (Störanfälligkeit)	++	-	+	++
	Durchschnittliche Bewertung durch den Betreiber	+	o	o	o

Legende:

++: sehr gut / s. g. geeignet
+: gut / gut geeignet
o: befriedigend / geeignet
-: genügend / bedingt geeignet
--: ungenügend / nicht geeignet

Tabelle 19: Stärken und Schwächen der Vorreinigungssysteme

Stärken und Schwächen der Hauptreinigungssysteme

Biologische Hauptreinigungssysteme: Stärken und Schwächen

		Biofilmanlagen				Belebtschlammanlagen			Abwasserteiche
		Bepflanzte Bodenfilter	Tropfkörperanlagen	Mechanische Biofilter	Tauchkörperanlagen	Belebtschlamm-Anlagen konv.	SBR - Anlagen	MBR - Anlagen	
Einsatzbereich	**Art der Versorgung (Eignung aus Gründen des Transportaufwandes)**								
	Fahrweg	+	++	++	++	++	++	++	+
	Materialseilbahn / Hubschrauber	- kein Impfen erforderlich	++ kein Impfen erforderlich	++ kein Impfen erforderlich	++ kein Impfen erforderlich	++ Transportaufwand geringer, jedoch zusätzlich jährliches Impfen der Anlage mit Belebtschlamm notwendig	++ Transportaufwand geringer, jedoch zusätzlich jährliches Impfen der Anlage mit Belebtschlamm notwendig	++ Transportaufwand geringer, jedoch zusätzlich jährliches Impfen der Anlage mit Belebtschlamm notwendig	- kein Impfen erforderlich
	Seehöhe								
	< 1800 m ü. NN	++	++	++	++	++	++	++	++
	> 1800 m ü. NN	o	++	++	++	++	++	++	--
	Sommer und Winterbetrieb	+	++	++	++	++	++	++	-
	kostenintensive Energieversorgung	++	+	+	o	-	-	-	++
	Geländetopographie (steil / felsiger Untergrund)	-	++	++	++	++	++	++	--
	Anlagen > 150 EW_{60}	-	++	++	++	++	++	++	o
Eigenschaften und Merkmale	**Reinigungsleistung / weitergehende Reinigung**	o längere Anlaufphase nach Inbetriebnahme	o längere Anlaufphase nach Inbetriebnahme	o längere Anlaufphase nach Inbetriebnahme	o längere Anlaufphase nach Inbetriebnahme	+ kürzere Anlaufphase nach Inbetriebnahme durch Impfen (s.o.)	+ kürzere Anlaufphase nach Inbetriebnahme durch Impfen (s.o.)	+ kürzere Anlaufphase nach Inbetriebnahme durch Impfen (s.o.)	o längere Anlaufphase nach Inbetriebnahme
		+ **mit diesen Hauptreinigungstypen können, in entsprechender Kombination mit Vorreinigungssystemen und einer allfälligen weitergehenden Reinigung in der Regel die rechtlich vorgeschriebenen Reinigungsleistungen eingehalten werden, gute Planung und regelmäßige Wartung vorausgesetzt**							-
		deutliche Reduktion der Keime, falls eine weitergehende Abwasserbehandlung gerfordert wird muss jedoch z.B. eine UV - Anlage nachgeschaltet werden	falls eine weitergehende Abwasserbehandlung gefordert wird, muss eine Nachreinigung (z.B. UV - Anlage) nachgeschalten werden					bei geforderter weitergehender Abwasserbehandlung keine weitere Entkeimung nötig, UV-Anlage oftmals als Sicherheitsstufe nachgeschaltet	falls eine weitergehende Abwasserbehandlung gerfordert wird, muss eine UV - Anlage nachgeschaltet werden
	Wartungs- und Betriebsfreundlichkeit	++	+	+	+	o	o	k.A. - Anlagen noch im Probebetrieb	++
	Zuverlässigkeit (Störanfälligkeit)	++	+	o	o	o	o	k.A. - Anlagen noch im Probebetrieb	++
	Beurteilung durch Betreiber	++	+	+	+	+	o	+	++
	Beurteilung Gesamtanlagenkosten (Barwert)	1800 - 3900 €/EW	2200 - 3900 €/EW	3300 - 5700 €/EW	2700 - 5300 €/EW	4900 - 7900 €/EW	3600 - 4400 €/EW	kein Kostenrahmen wg. geringer Anzahl	kein Kostenrahmen wg. geringer Anzahl
	Investitionskosten	mittel	mittel	hoch	gering	gering	gering	mittel	sehr gering
	Reinvestitionskosten	sehr gering	gering	gering	gering	hoch	hoch	hoch	sehr gering
	Betriebskosten	sehr gering	gering	gering	mittel	hoch	hoch	hoch	sehr gering

<u>Legende:</u>

++: sehr gut / s. g. geeignet
+: gut / gut geeignet
o: befriedigend / geeignet
-: genügend / bedingt geeignet
--: ungenügend / nicht geeignet

Tabelle 20: Stärken und Schwächen der Hauptreinigungssysteme

3.5 Bereich Abfallentsorgung – Planung und Errichtung

Der Bereich der Abfallentsorgung stellt im Vergleich mit den anderen Ver- und Entsorgungsanlagen auf Berg- und Schutzhütten eine Ausnahme dar. Während in den anderen Bereichen mehr oder weniger technisch aufwendige Anlagen, bei denen die Planung und Errichtung eine wesentliche Rolle spielen, nötig sind, ist für die Abfallentsorgung weitgehend deren Betrieb relevant. Um aber einen möglichst optimalen Betrieb gewährleisten zu können, ist eine überlegte Planung unumgänglich. In diesem Kapitel werden daher Empfehlungen für die Planung und Errichtung der Einrichtungen der Abfallentsorgung abgegeben.

Rechtlich gesehen sind auch die abgetrennten Abwasserinhaltsstoffe (die aus dem Abwasser entfernten festen, pastösen oder schlammförmigen Stoffe = Klärschlamm) den festen Abfallstoffen zuzuordnen. Ihre Behandlung und Entsorgung wird im gegenständlichen Bericht aber der Abwasserbehandlung zugeordnet. Siehe Kapitel 3.4 Bereich Abwasserentsorgung.

3.5.1 Kurzbeschreibung der Teilbereiche

Folgende Prioritäten in der Abfallwirtschaft (in der genannten Reihenfolge) beruhen auf einem allgemeinen Konsens und können auf den Bereich der Abfallentsorgung auf Schutzhütten übertragen werden (siehe aber auch die jeweils regional gültigen Gesetze, Verordnungen etc.):

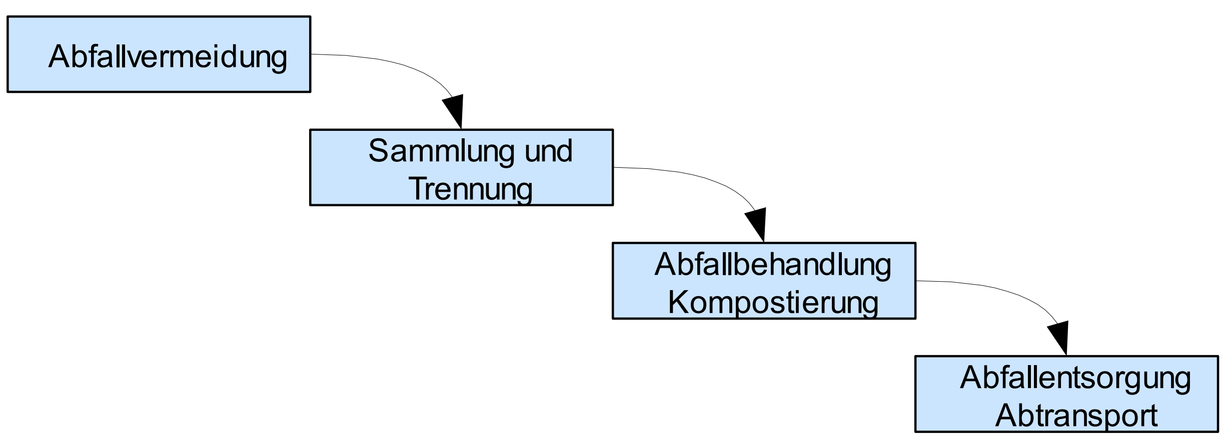


Abbildung 138: Teilbereiche der Abfallentsorgung

3.5.1.1 Abfallvermeidung

Oberste Priorität genießt die Abfallvermeidung. Abfall, der nicht entsteht, muss nicht entsorgt werden.

3.5.1.2 Sammlung und Trennung

Abfall, der sich nicht vermeiden lässt, muss entsprechend den geltenden Vorschriften und Richtlinien gesammelt und getrennt werden.

3.5.1.3 Abfallbehandlung und Kompostierung

Biogene Abfälle können behandelt (kompostiert) werden. Eine Behandlung der anderen Abfallfraktionen ist auf Berg- und Schutzhütten nicht sinnvoll.

3.5.1.4 Abfallentsorgung und Abtransport

Auf Berg- und Schutzhütten muss der Abfall letztlich abtransportiert und im Tal fachgerecht entsorgt werden.

3.5.2 Beispielhafte Darstellung der Abfallentsorgung auf Berg- und Schutzhütten

Die Diagramme basieren auf den Daten der 100 im Rahmen des Projektes erhobenen Hütten. Die in den Diagrammen enthaltenen Werte sind somit nur als Anhaltspunkte und nicht als Dimensionierungsgrundlage für Neuplanungen zu sehen. Sie können eine Einzelfallbetrachtung im Zuge einer Planung auf keinen Fall ersetzen.

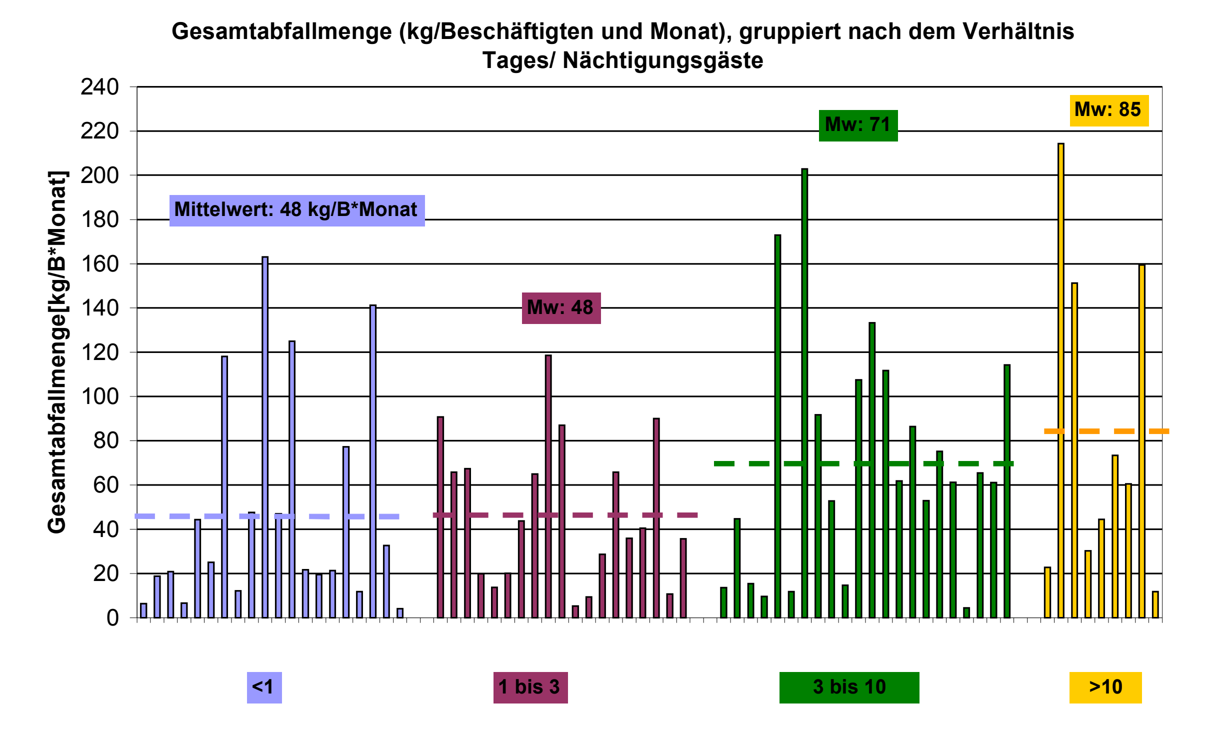


Abbildung 139: Abfallmenge nach Verhältnis Tages-/Nächtigungsgäste [58]

Das Diagramm oben zeigt, dass die Abfallmengen im Mittel steigen, wenn das Verhältnis der Tagesgäste zu den Nächtigungen hoch ist (mehr Tages- als Nächtigungsgäste). Zwar bestehen zwischen den einzelnen Hütten deutliche Unterschiede, aber die Mittelwerte zeigen, dass bei Hütten, die eher den Charakter von Ausflugsgasthäusern haben (viele Tagesgäste), mehr Müll anfällt.

Wie bereits oben erwähnt, bringen Gäste selbst Getränke und Speisen mit und lassen die leeren Verpackungen auf der Hütte zurück. Vom Hüttenwirt ist es praktisch eine gratis Dienstleistung, die Abfälle der Gäste zu entsorgen, die mit erheblichem Zeit-, Material- und Energieaufwand verbunden ist. Einfache Gegenmaßnahmen sind die Information der Gäste über die Selbstmitnahme bzw. der weitgehende Verzicht auf Abfallbehälter im Gästebereich.

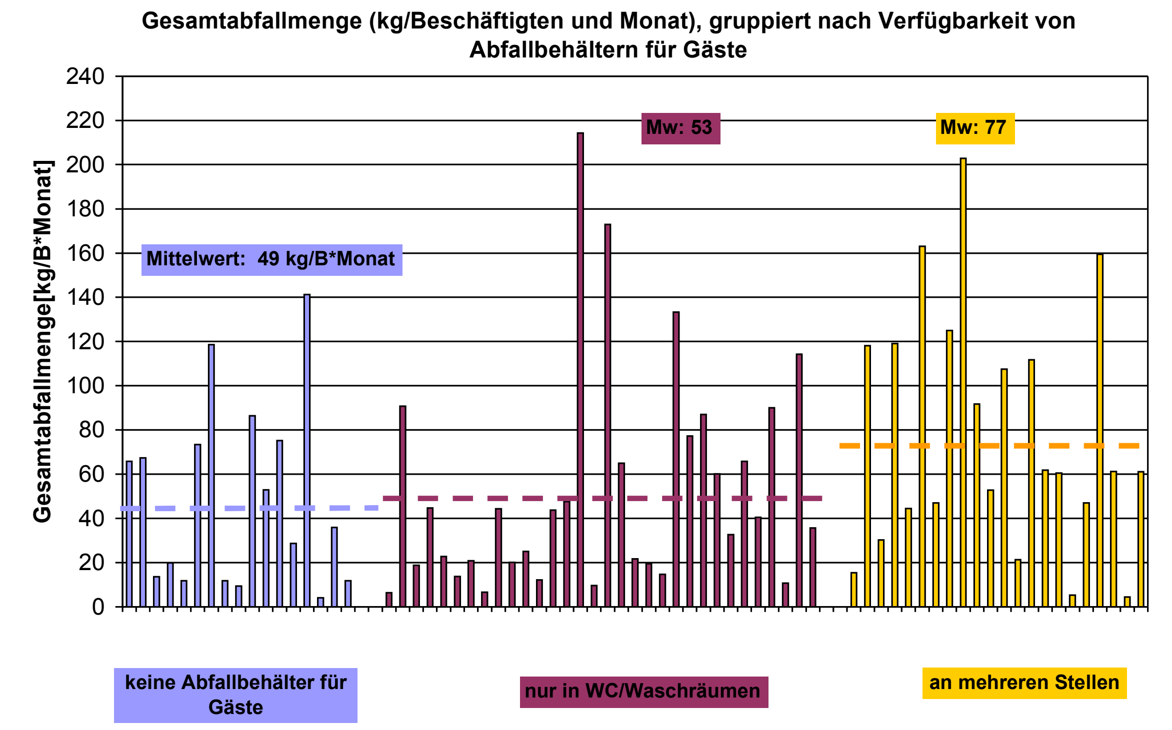


Abbildung 140: Abfallmenge nach Verfügbarkeit von Abfallbehältern für Gäste [58]

Das Diagramm zeigt, dass die anfallenden Abfallmengen bei den untersuchten Hütten sehr unterschiedlich sind. Bei der Betrachtung des Mittelwertes wird aber deutlich, dass mehr Abfall anfällt, wenn an mehreren Stellen Abfallbehälter aufgestellt sind. Jedoch kann man in der Abbildung 140 erkennen, dass Wirte, die keine bzw. nur im WC einen Abfallbehälter für die Gäste aufstellen, zusätzlich in vorbildlicher Weise informieren. Diese Information ist für die Abfallvermeidung auf Schutzhütten ebenso wichtig wie die Beschränkung der Anzahl der Abfallbehälter.

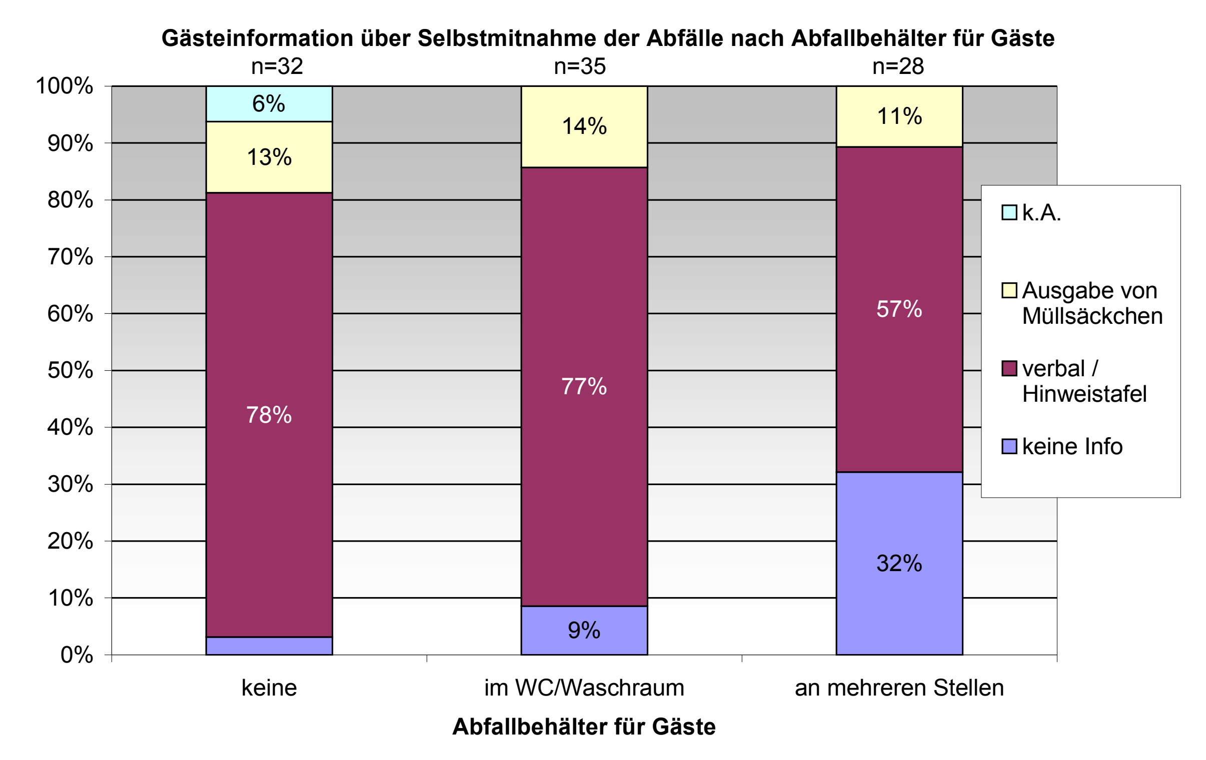


Abbildung 141: Gästeinformation zur Selbstmitnahme der Abfälle [58]

Die Hüttenwirte, die keine bzw. nur einen Abfallbehälter im WC aufstellen, informieren ihre Gäste über die Selbstmitnahme vorbildlich. Bei Hütten mit mehreren Abfallbehältern ist die Information der Gäste zum einen geringer bzw. ohnehin nutzlos, da die aufgestellten Abfallbehälter eine entgegengesetzte Aussage haben. Die Kombination aus guter Gästeinformation und Verzicht auf Gästeabfallbehälter bewirkt den in Abbildung 141 erkennbaren Unterschied in der Gesamtabfallmenge.

In weiterer Folge wurden die Wirte zu ihren Erfahrungen und den auftretenden Problemen mit der Selbstmitnahme der Abfälle durch die Gäste befragt.

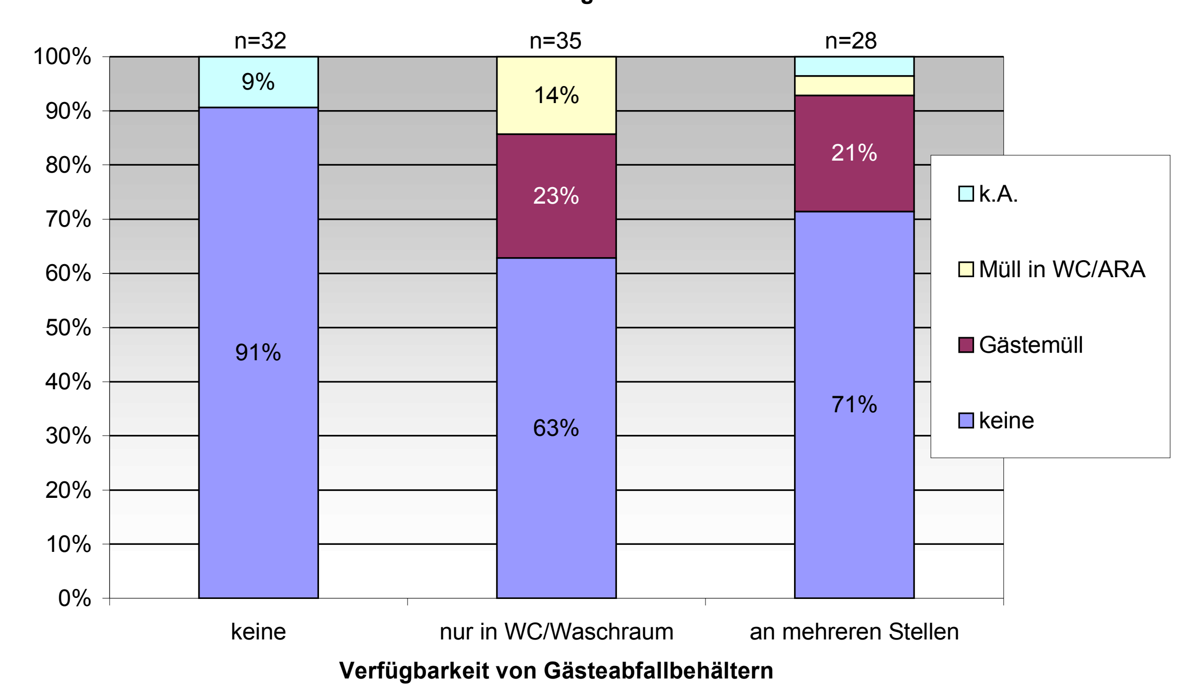


Abbildung 142: Probleme mit Abfällen [58]

Generell berichten die Hüttenwirte kaum von Problemen mit der Abfallentsorgung. Interessant ist, dass jene, die keine Abfallbehälter im Gästebereich aufstellen, auch keine Probleme mit dem Gästemüll nannten. Hüttenwirte hingegen, die Abfallbehälter für die Gäste aufstellen, gaben vermehrt die fehlende Akzeptanz zur Selbstmitnahme des Abfalls und die Entsorgung des mitgebrachten Mülls im Hüttenumfeld und in der Toilettenanlage der Hütte durch die Gäste an.

Es ist also wichtig, die Gäste auf mehrere Arten über die Selbstmitnahme ihres Abfalls zu informieren und auf die Aufstellung von Gästeabfallbehältern weitgehend zu verzichten. Dies erspart Kosten und Ärger.

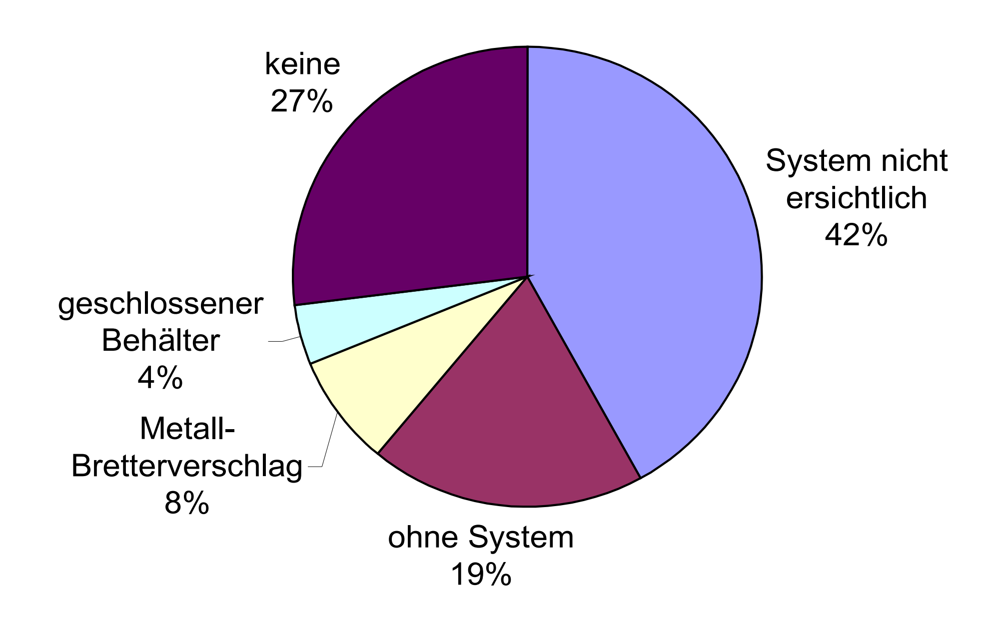


Abbildung 143: Art der Kompostierung [58]

Von insgesamt 73 Hüttenwirten wird nach eigener Angabe eine Kompostierung der biogenen Abfälle vorgenommen. Bei der Art der durchgeführten Kompostierung gibt es jedoch erhebliche Unterschiede.

Bei 42 Hütten konnte aufgrund fehlender Bilddokumentation die Art der Kompostierung nicht überprüft, jedoch kann die ordnungsgemäße Kompostierung bezweifelt werden. Bei 19 Hütten erfolgte die Kompostierung nicht ordnungsgemäß. Bei nur 12 Hütten erfolgte die Kompostierung ordnungsgemäß in einem Verschlag oder einem geschlossenem Behälter.

<u>Als geordnete Kompostierung wurden z.B. gewertet:</u>





Abbildung 144 a/b: geordnete Kompostierung

__Als nicht geordnete Kompostierung wurden z.B. gewertet:__



Abbildung 145 a/b: nicht geordnete Kompostierung

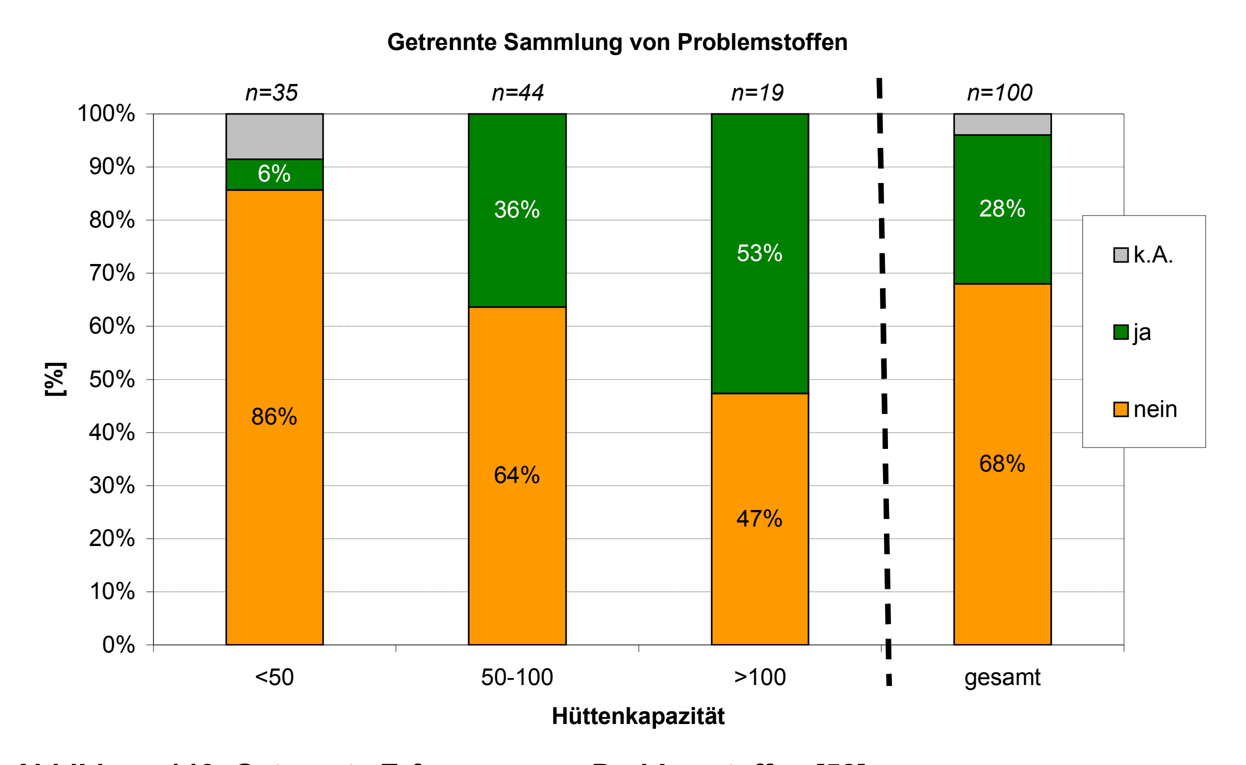


Abbildung 146: Getrennte Erfassung von Problemstoffen [58]

Die getrennte Erfassung von Problemstoffen erfolgt bei kleinen Hütten zu einem wesentlich kleineren Prozentsatz als bei größeren Hütten. Das liegt wahrscheinlich zum einen an dem erhöhten Anfall von Problemstoffen bei größeren Hütten und zum anderen an der meist besser organisierten Trennung und Sammlung des Abfalls, die allein schon zur Bewältigung der oft großen Abfallmenge notwendig ist. Insgesamt gaben nur 28% der Hüttenwirte an, anfallende Problemstoffe getrennt zu erfassen.

3.5.3 Empfehlungen für die Optimierung von Ver- und Entsorgungsanlagen

Wie bereits oben beschrieben, ist die Abfallentsorgung auf Berg- und Schutzhütten ein überwiegend betriebsorientiertes System. Somit gehen auch die Empfehlungen im Bereich Planung und Errichtung prinzipiell in Richtung Betriebsfreundlichkeit.

3.5.3.1 Allgemeine Planungsempfehlungen

Die rechtlichen Vorgaben bezüglich der Abfallbehandlung sind vor der Planung abzuklären (z.B.: Kompostierung – Ausbringung des Kompostgutes erlaubt? bzw. Einsatz von Müllpressen – Verdichtung von Abfall erlaubt?).
Es wird empfohlen, ein freiwilliges Abfallwirtschaftskonzept (AWK) für die Schutzhütte zu erstellen. Ein Abfallwirtschaftskonzept ist eine schriftliche Grundlage für den Umgang mit Abfall. Dadurch können Standards für den Betreiber gesetzt werden. Das AWK gibt unter anderem einen Überblick über die Materialströme und entsprechenden Kosten, die Optimierung der Beschaffung und die Identifizierung von Einsatzstoffen mit unnötig hohem Umweltgefährdungspotential. Ein allgemeiner Leitfaden für ein Abfallwirtschaftskonzept wird z.B. von den Wirtschaftskammern Österreichs zur Verfügung gestellt.

3.5.3.2 Abfallvermeidung

Da die Abfallvermeidung dem Bereich Betrieb und Wartung zuzuordnen ist, finden sich die Empfehlungen in jenem Kapitel.

3.5.3.3 Sammlung und Trennung

Bei der Planung der Räumlichkeiten für die Abfallsammlung und -trennung ist besonderes Augenmerk auf eine betriebsfreundliche Anordnung zu legen. Die Räumlichkeiten müssen ausreichend dimensioniert (in Abhängigkeit vom Abfallanfall und den zeitlichen Abständen der Entsorgungsfahrten) sowie von anderer Nutzung getrennt sein.

Feste Abfallbehälter (z.B. aus Kunststoff) mit Deckeln, getrennt nach Fraktionen, sind direkt am Ort des Anfalls (z.B.: Küche) vorzusehen.
Bei Hütten mit schwieriger Versorgungslage ist jedenfalls eine Abfallbehandlung mittels Dosenpresse bzw. Müllpresse zu empfehlen. Zu prüfen, ist inwieweit bei der Übernahme im Tal kompaktierte Abfälle übernommen werden. Ebenso ist zu prüfen, ob der erforderliche elektrische Strom zum Betrieb der Pressen auf der Hütte zur Verfügung gestellt werden kann. Die Kosten für den Abtransport können dadurch erheblich gesenkt werden. Außerdem kann auch der Platzbedarf für die Lagerung von großvolumigen Abfällen (Plastik, Papier, Dosen etc.) stark reduziert werden. Die Abstimmung der Aggregate mit der Energieversorgungsanlage ist in der Planungsphase zu berücksichtigen.

3.5.3.4 Abfallbehandlung und Kompostierung

Die Kompostierung von biogenem Material ist generell zu empfehlen. Dabei soll unbedingt der Stand der Technik eingehalten werden. Zur Kompostierung sollten standfeste, gut belüftete Kompostbehälter mit Deckel (unzugänglich für Tiere) an einem leicht zugänglichen, halbschattigen Platz situiert werden. Dabei ist die meist vorherrschende Windrichtung zu beachten (Geruchsbelästigung!).
In großen Höhenlagen sind Thermo- oder Solarkomposter (vgl. Abwasserreinigung – Reststoffbehandlung) zu empfehlen. Jedoch ist die Höhenlage für die Kompostierung weniger bedeutend. Zwar laufen aufgrund der geringen Temperaturen in großen Höhen die biologischen Abbauprozesse langsamer ab, entscheidend sind jedoch die Verwendung eines geeigneten Kompostbehälters und eine gewissenhafte Betreuung der Kompostierung.
Bei einer Kompostierung müssen die rechtlichen Vorgaben geprüft werden, da das Ausbringen des Kompostgutes im Hüttenumfeld nicht immer erlaubt ist.

3.5.3.5 Abfallentsorgung und Abtransport

Je nach Häufigkeit des Abtransports der Abfälle und anfallender Abfallmenge ist für die Sammlung, Trennung und Abfallbehandlung ein entsprechender Platzbedarf einzuplanen. Darüber hinaus ist auch am Ort des Anfalls (z.B. Küche) ausreichend Platz für Sammelbehälter vorzusehen.

3.6 Grundsätzliche Überlegungen zu Betrieb und Wartung

Der Betrieb und die Wartung von Ver- und Entsorgungsanlagen auf Berg- und Schutzhütten unterscheiden sich wesentlich von jenen im Tal. Diese Unterschiede sind durch zwei wesentliche Merkmale, aus denen heraus der Betrieb und die Wartung verstanden und bewerkstelligt werden muss, bedingt:

- Erreichbarkeit der Schutzhütte
- Errichter ist nicht gleichzeitig Betreiber

Auf die Bewältigung der schwierigen Umstände des Betriebes und der Wartung, welche aus den örtlichen Gegebenheiten (Erreichbarkeit, Witterungsverhältnisse, stark schwankender Saisonbetrieb etc.) einer Schutzhütte resultieren, hat die Planung maßgebenden Einfluss. Jedoch bedarf es genauso eines aufgeschlossenen Hüttenwirtes, der die Erfordernisse des Betriebs unter den genannten schwierigen Umständen erkennt und bereit ist, die nötigen Tätigkeiten durchzuführen. Des weiteren ist auch die Wartung geprägt von den oft widrigen örtlichen Gegebenheiten des Standorts der Schutzhütte.

Das zweite wesentliche Merkmal liegt in der Struktur und Organisationsform der Alpinen Vereine und des Schutzhüttenbetriebes. Die hüttenbesitzende Organisation (Sektion, Ortsgruppe etc.) errichtet die Anlagen und stellt sie ihrem Pächter zur Nutzung zur Verfügung. In der Regel werden vom Eigentümer auch noch die erforderlichen Reparatur- und Reinvestitionsaufwendungen abgedeckt. Auch die behördlichen Auflagen richten sich an die Sektion, die Ortsgruppe etc., da diese die Bewilligung zur Errichtung und zum Betrieb dieser Anlagen erwirkt haben. Der Betrieb und damit die Verantwortung für die Anlage während der ganzen Saison obliegt allerdings dem Hüttenpächter. Von seinen gewissenhaften Kontrollen und dem vorschriftsmäßigen Betrieb hängt die Einhaltung der rechtlichen Vorgaben wesentlich ab.

„Betrieb und Wartung“ – ein Begriff, zwei Tätigkeitsfelder

„Betrieb und Wartung“ werden oft in einem Atemzug genannt, wobei es zwei verschiedene Tätigkeitsbereiche sind, die im Folgenden näher erläutert werden.

3.6.1 Betrieb

Der Betrieb einer Anlage bedeutet, die Anlage ihrem Zweck entsprechend zu gebrauchen. Die Energieerzeugungsanlage soll Strom produzieren, die Wasserversorgungsanlage soll die Hütte mit Trink- und Nutzwasser versorgen, die Abwasserreinigungsanlage soll die anfallenden Schmutzwässer reinigen, Abfallentsorgungssysteme sollen den Abfall einer Hütte behandeln. Da durch den Betrieb einer Anlage diese genutzt (und damit abgenutzt) wird, hat der Anlagenbetreiber diese möglichst schonend zu verwenden.
Unumgänglich für einen schonenden und ordnungsgemäßen Betrieb sind regelmäßige Kontrollen der Anlagen durch den Betreiber. Dies reicht von täglichen Sichtkontrollen, ob die Anlage in Betrieb ist, bis hin zum tätigen von Einstellungen. Genauere Angaben hierzu müssen in den Betriebs- und Wartungsbüchern der Hersteller zu finden sein.

3.6.2 Wartung

Die Wartung der Ver- und Entsorgungsanlagen ist erforderlich, um deren Funktionsweisen zu gewährleisten. Sie beinhaltet die Sicherstellung der nachhaltigen Funktion und des ordentlichen Bauzustandes einer Anlage. Ziel und Zweck der Wartung ist es, die Anlage in einem solchen Zustand zu erhalten bzw. wieder in diesen Zustand zu versetzen, wie diese bei der Installation und Inbetriebnahme gewesen ist. Damit dient die Wartung der Erhaltung des Sachwertes der Anlagen und hohe Reparatur- bzw. Reinvestitionskosten können dadurch vermieden werden.
Sind im Zuge der Wartung Mängel an der Anlage erkennbar, so sind diese zu beheben. Ebenso sind bei der Wartung die für den Betrieb der Anlagen erforderlichen Stoffe und Teile (Schmieröl, Filter etc.) zu erneuern.

Üblicherweise sind Wartungen in bestimmten Intervallen durchzuführen. Bei Auftreten von Mängeln zwischen den Wartungsintervallen sind diese zweckmäßigerweise umgehend zu beheben.
Oftmals enthalten auch die Bescheide Auflagen hinsichtlich der Wartung, d.h. die Wartung ist auch für die Einhaltung der behördlichen Auflagen erforderlich.

3.6.3 Ausbildungsprogramm für den Anlagenbetreiber

Im Rahmen des Ausbildungsprogrammes sollen vor allem die Hüttenwirte, bei Interesse aber auch die Hüttenwarte in den fachgerechten Betrieb und die Wartung von Ver- und Entsorgungsanlagen auf Berg- und Schutzhütten eingewiesen werden. Dies betrifft sowohl die Einhaltung der Umweltauflagen, wie auch eine wirtschaftliche und anlagengerechte Betriebsführung. Die Kurse sollen möglichst praxisnah die Bereiche Wasserversorgung, Energieversorgung, Abwasserentsorgung und Abfallentsorgung beinhalten. Des weiteren sollen die Kurse so aufgebaut werden, dass neben Hüttenwirten auch private Anlagenbetreiber das Angebot nutzen können.

Derzeit wird in Österreich vom Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV) ein Ausbildungskurs für den Betrieb von Kleinkläranlagen bzw. Kläranlagen in Extremlage angeboten, der für alle Anlagenbetreiber sehr zu empfehlen ist.
Des weiteren werden von der Österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW) zertifizierte Ausbildungskurse zum Wassermeister angeboten. Der Ausbildungsinhalt ist sicherlich auch für Betreiber von Wasserversorgungsanlagen auf Schutzhütten empfehlenswert, derzeit jedoch hauptsächlich auf das Personal von kommunalen Wasserversorgungsunternehmen abgestimmt.

Im Folgenden soll ein Konzept für ein speziell auf die Bedürfnisse von Hüttenwirten abgestimmtes Ausbildungsprogramm vorgestellt werden. Dieser geplante Kurs kann selbstverständlich nur ein allgemeines Ausbildungsprogramm enthalten, das die Einschulung und Ausbildung bei der Übergabe der Anlagen durch den Hersteller keinesfalls ersetzen kann.

Der Kurs sollte in den ersten Jahren in jedem Bundesland abgehalten werden. Wenn der Großteil der Anlagenbetreiber die Schulung erfolgreich abgelegt hat, soll die Anzahl der Kurse verringert werden.

Bei der Auswahl der Referenten sollten jedenfalls:

- Behördenvertreter
- Fördergebervertreter
- Ziviltechniker, Ingenieurbüros, Institute
- und übergeordnete Vereinsfunktionäre

für Vorträge gewonnen werden.

Wer die Organisation der Kurse als Veranstalter übernimmt, muss in jedem Land gesondert geregelt werden. In Österreich könnte der Verband Alpiner Vereine Österreichs (VAVÖ) als Veranstalter auftreten.

Der Ausbildungskurs sollte nicht länger als zwei Tage in Anspruch nehmen und folgende Themen behandeln:

- **Integrales Zusammenwirken der Ver- und Entsorgungsanlagen auf Schutzhütten ca. 1 Std.**
- **Wasserversorgung: ca. 4 Std.**
  - rechtliche Belange
  - Vorstellung der Anlagenteile
  - Bedeutung von Wasser für Gesundheit und Hygiene
  - Betrieb und Wartung von Wasserversorgungsanlagen
  - Betriebsbücher und Dokumentation
  - Fragen und Diskussion
- **Energieversorgung: ca. 3 Std.**
  - rechtliche Belange
  - Vorstellung der typischen Systeme
  - Betrieb und Wartung von Energieversorgungsanlagen
  - Energieeffizienter Betrieb (Lastmanagement, Energiesparen etc.)
  - Betriebsbücher und Dokumentation
  - Fragen und Diskussion

- **Abwasserentsorgung:** **ca. 6 Std.**
  - rechtliche Belange
  - Vorstellung der typischen Reinigungssysteme
  - Betrieb und Wartung von Kleinkläranlagen
  - Untersuchung von Abwasser / Probenahme
  - Betriebsbücher und Dokumentation
  - Fragen und Diskussion
- **Abfallentsorgung:** **ca. 1 Std.**
  - rechtliche Belange
  - Vorstellung freiwilliges Abfallwirtschaftskonzept
  - Vorstellung von Optimierungsmöglichkeiten zur Abfallreduktion
  - Fragen und Diskussion
- **Abschlusstest / Zertifizierung:** **ca. 1 Std.**

In jedem Partnerland sollte im Hinblick auf die jeweils länderspezifischen Verhältnisse, unter Einbindung der Dachverbände und Zentralvereine und unter Mitwirkung weiterer übergeordneter Institutionen, ein Detailprogramm für die Schulungen erstellt werden.

3.7 Empfehlungen für die Optimierung bei Betrieb und Wartung

Nach der Neuerrichtung einer Anlage bzw. bei der Durchführung von wesentlichen Änderungen ist diese von der Herstellerfirma formell zu übergeben. Dabei müssen jedenfalls der Hüttenwirt bzw. auch das Hüttenpersonal, welches zukünftig die Anlagen betreiben soll, sowie der Projektant anwesend sein. Die Inbetriebnahme und Übergabe ist mittels eines Protokolls zu dokumentieren, welches durch die oben genannten Personen unterzeichnet werden soll. Folgende Punkte sind jedenfalls in dieser Niederschrift festzuhalten bzw. anzuführen:

- behördliche Bewilligungen (falls eine solche für die Errichtung und den Betrieb der Anlage erforderlich ist)
- die Bestellung / das Auftragsschreiben mit nochmaliger Nennung der Funktions- und Gewährleistungsvereinbarungen
- Betriebsbuch mit Auflistung der Tätigkeiten bei der Eigenüberwachung

- Anlagenschema
- Betriebsanleitungen in einer Kurzform mit Hinweisen für die Behebung von Störungen
- Auflistung der durchzuführenden Wartungstätigkeiten und Angabe von Wartungsintervallen (Wartungsanleitung)

Die Betriebs- und Wartungsvorschriften müssen verständlich und nachvollziehbar sein und möglichst frühzeitig erstellt werden; idealerweise schon zum Zeitpunkt der Planung bzw. der Angebotslegung durch die Lieferfirmen. Sie sind als ein Bestandteil des Liefervertrages mit den Firmen zu betrachten. Auch der Planer ist in die Erstellung dieser Vorschriften mit einzubinden. Des weiteren ist es für den mit der Kontrolle und Wartung vor Ort ständig Beauftragten hilfreich, wenn er auf seine Anlagen maßgeschneiderte Betriebsbuchblätter erhält. Der Betreiber der Anlage (Hüttenwirt) hat wesentliche Vorkommnisse beim Betrieb der Anlage im Betriebsbuch zu dokumentieren und diese außerdem an den Hütteneigentümer zu melden. Des weiteren hat er die aus der Betriebsanleitung heraus geforderten Inspektionen durchzuführen und nach Art und Datum aufzuzeichnen. Das Betriebsbuch selbst soll von der Form her einfach und übersichtlich gehalten werden. Es soll zumindest einmal jährlich durch den Errichter der Anlage (Sektion, Ortsgruppe etc.) eingesehen und abgezeichnet werden.

Die Wartung von Ver- und Entsorgungsanlagen bei Berg- und Schutzhütten, insbesondere die Wartung durch Dritte, verursacht durch die schwierige Erreichbarkeit dieser Objekte meist erhebliche Kosten. Die Durchführung von Fremdwartungen ist jedoch dann erforderlich, wenn in einem Liefervertrag dies eine Voraussetzung der Lieferfirma für ihre Gewähr- und Garantieleistungen darstellt oder die rechtlichen Vorgaben dies fordern. Ebenso sind Fremdwartungen dann sinnvoll, wenn der Hüttenwirt nicht in der Lage ist, die Wartungen selbst durchzuführen. Ansonsten sollen sie nach Möglichkeit durch den Hüttenwirt erfolgen, wobei er durch die Wartungsanleitungen der Lieferfirmen unterstützt wird.

Bei technisch aufwändigen Anlagen ist jedenfalls eine Betreuung des Betreibers durch die Herstellerfirma während der ersten ein bis zwei Betriebsjahre zu empfehlen.

Ein positiver Nebeneffekt einer Fremdwartung liegt darin, dass durch einen Außenstehenden auch gleichzeitig eine Inspektion und Beurteilung des Anlagenzustandes durchgeführt wird. Diese Information ist wiederum wichtig für den Eigentümer der Anlage (Sektion, Ortsgruppe etc.), um bei allfälliger schlechter Betreuung der Anlage durch den Hüttenwirt diese Unzulänglichkeiten abzustellen.

Sämtliche Belange, die für den Betrieb und die Wartung von Ver- und Entsorgungsanlagen relevant sind, sollen in einer schriftlichen Vereinbarung zwischen dem Eigentümer der Anlage und dem Betreiber geregelt werden. Ebenso sollen darin die behördlichen Bescheidauflagen dem Betreiber zur Durchführung übertragen werden. Hier sind auch eine genaue Abgrenzung der Aufgabenverteilung und Zuständigkeiten vorzunehmen und verantwortliche Personen zu bestimmen.

Der Betreiber soll verpflichtet werden, einschlägige Weiterbildungsmaßnahmen (z.B. Kleinkläranlagenkurs etc.) wahrzunehmen.

Der Eigentümer soll sich verpflichten, bei einem allfälligen Betreiberwechsel dem neuen Betreiber die gleichen Informationen für den Betrieb und die Wartung der Anlagen zu verschaffen, wie diese der Vorgänger hatte.

Es wird empfohlen, dass sich Sektionen, Ortsgruppen etc. in Wartungskooperationen organisieren. Die Wartung von mehreren Hütten in einer Region erspart die Kosten der mehrmaligen Anfahrt, ebenso können sich lokale Kleinunternehmer für die Wartung von Anlagen ausbilden lassen.

Es wird eine integrale Wartungsdurchführung empfohlen. Die Fremdwartung von Anlagen erfordert Spezialwissen und spezielle Erfahrung. Durch entsprechende Ausbildung einer geeigneten Person könnte sich diese das nötige Wissen aneignen und so die Wartungen aller Ver- und Entsorgungsanlagen auf einer Hütte durchführen. Auch hier können Kosten für die Anreise gespart werden.

3.7.1 Energieversorgung – Betrieb und Wartung

Ein störungsfreier, ausreichender und langlebiger Betrieb des Energieversorgungssystems ist eine entscheidende Voraussetzung für die erfolgreiche Bewirtschaftung einer Schutzhütte in Insellage. Dies kann nur gewährleistet werden, wenn die Komponenten des Systems optimal aufeinander abgestimmt sind und in einem angemessenen Rahmen genutzt werden. Veränderungen im Hüttenbetrieb (neue Wirtsleute, veränderter Energiebedarf oder Lastprofil), Fehleinschätzungen in der Planung oder Veränderungen in der Ressourcenverfügbarkeit können kurz- bis mittelfristig zu einem veränderten Angebots- bzw. Lastprofil führen. Im Besonderen muss der Anlagenbetreiber in die Lage versetzt werden, das Energieversorgungssystem effizient und schonend zu handhaben. Dies kann durch eine ausführliche Einführung und Schulung des Anlagenbetreibers und des Hütteneigentümers geschehen, um das notwendige Wissen zum richtigen Umgang mit der Anlage aufzubauen. Außerdem muss sich die komplette Anlagendokumentation inklusive der Schaltpläne auf der Hütte befinden. Sie sollte neben der technischen Beschreibung der Anlage auch Anweisungen zur Betriebsführung und Empfehlungen zum Verhalten im Störungsfall enthalten.

Beim Ausfall einer Anlagenkomponente muss die permanente Energieversorgung durch einfaches Umschalten auf eine Notversorgung jederzeit sichergestellt werden (redundanter Systemaufbau). Im Falle von Störungen oder Problemen mit der Anlage muss sichergestellt sein, dass der Betreiber jederzeit schnell Unterstützung von der Installationsfirma bzw. kompetentem Fachpersonal erhalten kann („Hotline"). Der Elektriker bzw. Heizungs- und Wasserinstallateur vor Ort sollte beim Bau der Anlage auf jeden Fall mitgearbeitet haben, so dass er die Anlage kennt und bei Störungen schnell vor Ort reagieren kann.

Für den sicheren Betrieb und eine lange, störungsfreie Lebensdauer der Energieversorgungsanlage ist eine optimale Wartung und Anlagenkontrolle unerlässlich. So können unnötige Ausfallzeiten, Reparaturkosten und Effizienzverluste durch falschen Betrieb minimiert werden. Vor allem das Risiko einer schnellen Batteriealterung der eventuelle Ausfall der Batterie schon nach wenigen Jahren kann dadurch deutlich reduziert werden. Diese Arbeiten sollten z.B. im Rahmen eines Wartungsvertrags von erfahrenem Fachpersonal durchgeführt

werden. Einfache Wartungsarbeiten und die tägliche Überwachung der Anlage sollten dagegen vom Hüttenbetreiber selbst übernommen werden. Bei Betrieb und Wartung von Anlagenteilen fällt zum Teil Sondermüll an, der fachgerecht entsorgt werden muss. Dies kann z.B. Bestandteil eines Fremdwartungsvertrags mit einer Fachfirma sein.

Anlagenmonitoring

Der Betreiber der Hütte sollte trotz Arbeitsbelastung die Anlage ständig im Auge behalten. Vor allem sollte er die Funktions- und Leistungsanzeigen sowie den optischen Zustand der Anlage täglich begutachten. Zumindest einmal wöchentlich sollten die Leistungsdaten jeweils am selben Tag zur selben Uhrzeit im Anlagentagebuch notiert werden. Dadurch hat der Betreiber eine einfache Kontrolle über die korrekte Funktion der Anlage und vor allem auch über die laufenden Kosten.

Für eine effiziente Anlagenkontrolle ist es sehr zu empfehlen, zusätzlich eine automatische Leistungsdatenüberwachung einzubauen, da z.B. nicht alle Störungen der Anlage, wie ein teilweiser Ausfall der PV-Anlage, Überlastung der Batterien, Netzprobleme auf Grund von falschen Lasten oder anderes, sofort erkennbar sind. Die Überwachungsanlage sollte aus einer Sensorbox zur Messung der Solarstrahlung und der Modultemperatur zur Überwachung des PV-Generators sowie einem Datenlogger zur Aufzeichnung sowohl aller relevanten Leistungs- und Funktionsdaten wie auch aller Fehlermeldungen der Anlage bestehen (vgl. Beispiele in Abbildung 147 und Abbildung 148).



Abbildung 147: Sensorbox zur Überwachung der optimalen Leistung der PV-Module



Abbildung 148: WebBox als Datenlogger zum Speichern aller Leistungsdaten und Fehlermeldungen

Durch die Auswertung der Messdaten können bei Störungen leichter die Ursachen gefunden und Möglichkeiten der Optimierung der Anlage identifiziert werden. Die Datenüberwachung macht jedoch nur Sinn, wenn die Daten auch regelmäßig ausgewertet werden. Deshalb sollte im Rahmen eines Fremdwartungsvertrags der Gesamtanlage eine mindestens jährliche Datenauswertung und die Erstellung eines Berichts vertraglich vereinbart werden. Dieser wird mit einer Beurteilung der Entwicklung der Anlage jährlich den Eigentümern und Betreibern zur Verfügung gestellt. Dieses Dokument sollte Vorschläge zur Optimierung des Anlagenbetriebs beinhalten und muss mit Hüttenwirt und Hütteneigentümer offen besprochen werden. Falls von Seiten der Betreiber Interesse besteht, kann über das Internet auf die Anlagendaten zugegriffen werden, um diese z.B. für die Bewerbung der Hütte als CO_2-neutrale Ökohütte auf der Sektionshomepage zu verwenden.

Wartung

Beim Betrieb der Energieversorgungsanlagen sind die Betriebs- und Wartungsanleitungen der Hersteller der eingesetzten Komponenten zu beachten. Werden die Wartungsintervalle der Motorgeneratoren und BHKW während des Hüttenbetriebs nicht erreicht, ist es, auf Grund der besonderen Belastungen im Inselnetzbetrieb, trotzdem notwendig, mindestens 1x jährlich eine Wartung und Überprüfung durchzuführen. Diese Überprüfung sollte die gesamte Anlage umfassen und neben der Begutachtung der PV-Anlage und der Leistungselektronik auch eine Vermessung der Batterien einschließen.

Die Wartung sollte im Rahmen eines Wartungsvertrags mit klar definierten Aufgaben nur von Fachfirmen durchgeführt werden, die von den Herstellern der eingebauten Komponenten autorisiert sind. Der Vertrag sollte nur mit Firmen abgeschlossen werden, die nachweislich Erfahrung in Bau und Betrieb vergleichbarer Energieversorgungsanlagen haben und dadurch in der Lage sind, die optimale Funktion der Gesamtanlage zu beurteilen. Außerdem sollten sie neben der Wartung auch gleich notwendige Reparaturen durchführen können. Da diese jedoch in der Regel nicht im Leistungskatalog des Wartungsvertrags enthalten sind, fallen hierfür zusätzliche Kosten an. Es können jedoch weitere Anfahrtskosten anderer Handwerker vermieden werden.

3.7.2 Wasserversorgung – Betrieb und Wartung

Die Eigenüberwachung dient dazu, die Wasserversorgungsanlage in ordnungsgemäßem Zustand zu halten und vorzusorgen, dass eine negative Beeinflussung des Wassers vermieden wird. Die erforderlichen Inspektions- und Wartungsarbeiten müssen fachgerecht von geschulten Personen bzw. von konzessionierten Betrieben durchgeführt werden und sind geeignet zu dokumentieren.

Die gesamte Trinkwasserversorgungsanlage ist stets in einem sauberen und hygienisch einwandfreien Zustand zu halten und entsprechend zu betreiben. Dazu gehört auch, dass die Arbeitskleidung für die Kläranlage nicht im Bereich der Wasserversorgung verwendet wird. Ihre Anlagenteile sind auf sichere Funktion und sauberen, hygienisch einwandfreien und ordnungsgemäßen Zustand zu überwachen. Auf die Einhaltung der behördlichen Auflagen, z.B. der Wasserrechtsbescheide, ist besonders zu achten. Dies ist zur Vermeidung einer Beeinträchtigung der Wasserqualität notwendig. Eine regelmäßige Kontrolle der Quellschutzgebiete auf Verunreinigungen und beschädigte Einzäunungen ist unerlässlich. Die Überwachungsmaßnahmen sind fachgerecht von geschulten Personen, die über ausreichend Erfahrung verfügen, durchzuführen. Die UV-Desinfektionsanlage ist täglich einer Sichtkontrolle zu unterziehen. Das verabreichte Trinkwasser ist unaufgefordert zumindest einmal in der Saison (evtl. auch öfters) durch ein befugtes Institut einer chemisch-bakteriologischen Untersuchung zu unterziehen.

Es wird empfohlen, die Schüttung der Quelle, ebenso wie die Wassertemperatur, monatlich zu messen. Beide Werte sind, zusammen mit Angaben zur Witterung der vergangenen Tage (insbesondere längere Regen- oder Trockenperioden sind zu vermerken), zu notieren. Zweck der Messungen ist es, frühzeitig auf eine drohende Wasserknappheit aufmerksam zu werden und reagieren zu können. Die Alpen werden in vielen Prognosen als ein vom Klimawandel besonders betroffenes Gebiet genannt. Da die großräumigen Prognosen für die einzelne Hütte aber kaum Aussagekraft haben, sind derartige Messungen nötig. Weiters können in Kombination mit den Ablesungen der Wasserzähler aufschlussreiche Erkenntnisse gewonnen werden.

3.7.3 Abwasserreinigung – Betrieb und Wartung

In diesem Kapitel werden die prinzipiellen Grundlagen für den Betrieb und die Wartung von Abwasserreinigungsanlagen, mit dem Schwerpunkt auf biologischen Hauptreinigungsstufen, erläutert und Empfehlungen dazu abgegeben.

3.7.3.1 Hygiene

Als erstes muss auf die zu beachtenden hygienischen Grundsätze hingewiesen werden. Ihre Einhaltung ist auf Berg- und Schutzhütten, auf welchen der Betreiber sowohl Gastwirt als auch Betreuer aller technischen Anlagen ist, von besonderer Bedeutung. Zu empfehlen ist eine eigene Arbeitskleidung, die nur bei Arbeiten an der Kläranlage getragen wird. Diese darf aufgrund ihrer Verschmutzungen natürlich nicht bei Arbeiten an der Wasserversorgungsanlage verwendet werden. Dazu ist eine entsprechende Möglichkeit zur Umkleide im Bereich der Kläranlage vorzusehen. Nach jeder Arbeit an der Kläranlage müssen die Hände gewaschen werden. Dafür ist ein Waschbecken im Bereich der Kläranlage vorzusehen. Über unsere Hände werden Infektionserreger mit am häufigsten verbreitet. Saubere Hände sind somit besonders für Menschen, die in der Gastronomie tätig sind, unerlässlich.
Der direkte Umgang mit Abwasser stellt auch immer eine potentielle Gefährdung der eigenen Gesundheit dar. Im Abwasser können eine Vielzahl von Mikroorganismen und Krankheitserreger, zum Beispiel Bakterien, Viren, Pilze, Protozoen, Band- oder Fadenwürmer, enthalten sein. Eine Erkrankung kann jedoch nur ausgelöst werden, wenn ein Kontakt zwischen einem Menschen und dem auslösenden Agens besteht, so dass eine Aufnahme in den menschlichen Organismus möglich ist. Prinzipiell sind mehrere Aufnahmemöglichkeiten denkbar: über den Mund (oral), über die Atemwege (Inhalation), über die Haut oder über Verletzungen, die das Eindringen in tieferes Gewebe und Blut ermöglichen. Zum Schutz der eigenen Gesundheit ist jedenfalls adäquate Schutzkleidung (z.B. Gummihandschuhe, Staubmaske etc.) zu tragen. Die Gefahr der oralen Aufnahme und Inhalation darf nicht unterschätzt werden.

3.7.3.2 Störende und giftige Stoffe in einer Kläranlage

Biologische Kläranlagen nutzen Mikroorganismen zur Reinigung des Abwassers (siehe Kapitel 3.4.3.2 Hauptreinigung – Biologische Reinigungsstufe). Diese Lebewesen können durch Stoffe, die in die Kläranlage gelangen, beeinträchtigt werden. Beispiele für derartige Stoffe sind: Desinfektionsmittel, Medikamente, chlorhaltige Produkte, desodorierende Produkte (z.B. Pissoirkugeln, Spül- und Beckensteine, Duftreiniger) sowie Säuren und Laugen (z.B. Abflussreiniger, Grundreiniger). Auf diese Produkte sollte nach Möglichkeit verzichtet werden. Natürlich sind einige dieser Produkte aus hygienischen Gründen bei einem gastronomischen Betrieb notwendig. Es muss darauf geachtet werden, dass die jeweiligen Mittel nicht in konzentrierter Form in die Kläranlage geleitet werden. – Die Dosis macht das Gift –.

3.7.3.3 Betriebs- und Wartungstätigkeiten Vorreinigung

Da sich die Bandbreite der einsetzbaren Vorreinigungssysteme von technisch sehr einfachen bis zu Anlagen mit hohem elektro-mechanischem Anteil erstreckt, sind auch die nötigen Tätigkeiten bei Betrieb und Wartung unterschiedlich. Nähere Angaben dazu müssen in den Betriebs- und Wartungsbüchern der Kläranlage zu finden sein. Generell ist eine tägliche Sichtkontrolle, ob die Anlage in Betrieb ist und ob augenscheinliche Fehlfunktionen oder Mängel aufgetreten sind, empfehlenswert. Bei Saisonbetrieb ist eine zusätzliche Wartung zu Saisonende zu empfehlen.

3.7.3.4 Betriebs- und Wartungstätigkeiten Hauptreinigung

Bei Kläranlagen steht neben dem Erhalt der Anlage die Einhaltung der geforderten Reinigungsleistung im Vordergrund. Dazu sind eigenverantwortlich durchgeführte Abwasseruntersuchungen unerlässlich. Sowohl physikalische als auch gewisse chemische Untersuchungen können ohne großen Aufwand direkt vor Ort durchgeführt werden. Sie erstrecken sich von der Messung der Abwassertemperatur bis hin zur Bestimmung des Ammoniumgehalts (Ammonium-Stickstoff) im Anlagenablauf. Die für die Durchführung der Tests nötigen Geräte und Teststreifen müssen auf der Anlage vorhanden sein. Mit diesen einfach durchzuführenden Tests

kann sich ein interessierter Betreiber ein sehr gutes Bild über den aktuellen Zustand der Anlage bezüglich der Reinigungsleistung machen und bei festgestellten Problemen entsprechende Gegenmaßnahmen treffen. Auch wenn die Tests oft einfach sind, ist dennoch ein entsprechendes Fachwissen zur Durchführung nötig. Dieses können Betreiber bei Kursen, wie z.B. dem Kurs zum „Betrieb von Kleinkläranlagen bzw. Kläranlagen in Extremlage“ vom Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV), erlangen. Gleichwertige Kurse werden auch von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) angeboten.
Die vom Betreiber durchgeführte Eigenüberwachung ist für die Funktionstüchtigkeit der Anlage maßgebend. Daher sollte der Eigenüberwachung auch eine angemessene Arbeitszeit zugedacht werden. Der benötigte Zeitaufwand kann je nach Anlage und Hersteller erheblich schwanken. Jedenfalls sind für intensive Hauptreinigungssysteme (Belebtschlammanlagen) ca. 12,5 Std./Mo, für Hauptreinigungssysteme mittlerer Intensität (Tropfkörperanlagen, mechanische Biofilter, Tauchkörper) ca. 10 Std./Mo und für extensive Systeme (Bepflanzter Bodenfilter, Abwasserteiche) ca. 7,5 Std./Mo für die Eigenkontrolle zu veranschlagen.

3.7.4 Abfallentsorgung – Betrieb und Wartung

Für die ordnungsgemäße Abfallentsorgung muss auch auf einer Schutzhütte eine angemessene Zeit aufgewendet werden. Im Folgenden werden, ergänzend zu den Auflagen der betriebsanlagenrechtlichen Bewilligung und sonstigen relevanten Richtlinien, Empfehlungen abgegeben.

3.7.4.1 Abfallvermeidung

Abfall, der nicht entsteht, muss nicht getrennt, sortiert, behandelt und transportiert werden. Dies eröffnet ökologische und ökonomische Vorteile. Abfallvermeidung kann durch Verwendung von Mehrweggebinden und Großpackungen – z.B. Pfandflaschen, keine Dosen, keine Papierhandtücher, verpackungsarme Waren, keine Portionspackungen für Marmelade oder Butter – und der Kauf von regionalen Produkten umgesetzt werden. Das Abfallaufkommen kann jedoch auch durch eine Reduzierung des Speisenangebotes auf einer Hütte verringert werden. So kann der Anfall von Speiseöl durch Verzicht auf eine Fritteuse stark reduziert werden. Auch

der Verzicht auf den Verkauf von abgepackten Lebensmitteln senkt das Abfallaufkommen.
Ein weiteres Thema stellt das direkt durch die Gäste verursachte Abfallaufkommen dar. Gäste lassen oft ihren Abfall aus Produkten, die sie aus dem Tal mitbringen, auf der Hütte zurück. Aus den Erhebungsdaten geht hervor, dass der Gästeabfall einen nicht unerheblichen Teil der Gesamtabfallmenge darstellt. Daher ist es, wie oben dargestellt, ratsam, auf die Aufstellung von Abfallbehältern im Gästebereich weitgehend zu verzichten und gleichzeitig die Gäste über die Selbstmitnahme des mitgebrachten Abfalls zu informieren und sensibilisieren. Dazu können Hinweisschilder aufgehängt oder Müllsäckchen zur Selbstmitnahme ausgegeben werden. Wichtig ist aber oft auch das persönliche Gespräch mit den Gästen.
Wie oben beschrieben ist das Aufstellen von Abfallbehältern in WCs in Kombination mit Hinweisschildern, die die Benutzer auffordern, keinen Müll in die Toilette zu werfen, empfehlenswert.
Besonders ist darauf zu achten, den Anfall von Problemstoffen möglichst gering zu halten. Dazu gehören Altöl, Batterien, Reste von Putzmitteln etc.

3.7.4.2 Sammlung und Trennung

Die Regelungen hinsichtlich der getrennten Sammlung entsprechen jenen von Privathaushalten. Es ist also in folgende Fraktionen zu trennen: Altpapier, Altglas, Altmetall, Verpackungen aus Kunststoff, Bioabfälle und Problemstoffe. Abfall, der nicht in diese Kategorien fällt, ist Restmüll. Diese Trennung ist nicht nur zu empfehlen, sondern rechtlich vorgeschrieben. Hier sind auch die jeweiligen rechtlichen Vorschriften zu beachten.
Die allermeisten Hüttenwirte trennen die Abfälle sehr vorbildlich. Aber vor allem bei den Problemstoffen sollte das Bewusstsein zur getrennten Erfassung durch gezielte Informationen noch gestärkt werden.

Die ordnungsgemäße Sammlung und Lagerung der Abfälle sollte wie folgt vonstatten gehen:

- Sammlung am Ort der Entstehung (Küche): Sammelbehälter für jede getrennt erfasste Fraktion vorsehen
  Die Sammlung hat in abgedeckten Behältnissen oder entsprechend ähnlichen Vorrichtungen zu erfolgen. Die Abfälle sind zumindest einmal täglich aus dem Arbeitsbereich zu entfernen(→ sh. Hygienepraxis-Leitfaden, Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend, 2007 p 9)
- Die Lagerung der Abfälle bis zur Abholung muss getrennt nach Fraktionen in geschlossenen Räumen erfolgen.
- Verwendung von festen (Kunststoff-) Behältnissen oder Kunststoffsäcken (nur für Abfälle, von denen keine Verletzungsgefahr ausgeht)

Die Abfälle können mittels einer **Dosenpresse bzw. Müllpresse** mechanisch behandelt werden. Dadurch wird das Volumen deutlich verkleinert und es können unter Umständen Entsorgungsfahrten bzw. Entsorgungsflüge eingespart werden. Es müssen jedoch vorab die rechtlichen Vorgaben geprüft werden. Eine Verdichtung der Abfälle ist nicht immer zulässig. Des weiterem ist auch eine händische Volumenreduktion (z.B. Knicken von PET-Flaschen, Falten von Kartonagen etc.) unabhängig von den rechtlichen Vorgaben möglich.

3.7.4.3 Abfallbehandlung und Kompostierung

Die **Kompostierung** kann eine wirkungsvolle Maßnahme zur Abfallbehandlung und Reduzierung der Abfallmenge darstellen. Vorab muss jedenfalls abgeklärt werden, ob eine Kompostierung unter den gegebenen Rahmenbedingungen möglich ist. Hierbei sind auch die rechtlichen Vorgaben zu beachten, da die Ausbringung des Kompostgutes nicht in allen Fällen erlaubt ist.

Wesentlich ist bei der Kompostierung aber auch, dass diese geordnet betrieben wird. Eine geordnete Kompostierung hat in einem umschlossenen, abgedeckten Behältnis (unzugänglich für Tiere) zu erfolgen und ist entsprechend zu betreuen. Des weiteren ist ein Umsetzen des Kompostgutes nach Saisonschluss unerlässlich.

3.7.4.4 Abtransport und Entsorgung

Die Entsorgung des Abfalls auf Schutzhütten erfolgt im Normalfall durch den Abtransport ins Tal. Nur der biogene Abfall kann bei entsprechenden rechtlichen Vorgaben durch die Kompostierung vor Ort entsorgt werden. Bei allen anderen Abfallfraktionen ist auf möglichst umweltfreundlichen Transport zu achten und es sind die verfügbaren Nutzlasten tunlichst voll auszunutzen.

Das Verbrennen von Abfällen, auch von Papier und Karton, ist rechtlich nicht zulässig. Papier und Karton darf nur zum anfeuern von Öfen verwendet werden.

3.7.4.5 Aus- und Weiterbildung der Hüttenwirte

Grundsätzlich sind Schulungen der Hüttenwirte hinsichtlich des Umgangs mit Abfall zu empfehlen, da eine Sensibilisierung der Hüttenwirte für diese Thematik nach Erkenntnissen aus dem gegenständlichen Projekt durchaus notwendig ist. Diese Schulungen könnten z.B. im Rahmen von Kursen zum Betrieb von Kleinkläranlagen bzw. Kläranlagen in Extremlage durchgeführt werden.

4 Ergebnisse aus der Integralen Datenauswertung

4.1 Wechselwirkungen der Systeme

Für einen nachhaltigen Hüttenbetrieb gilt der Grundsatz, dass neben einer systemspezifischen Betrachtung immer die Gegebenheiten der anderen Infrastruktureinrichtungen als Rahmen für die Planung einer neuen Anlage zu beachten sind. Um sich unter den erwähnten Wechselwirkungen etwas vorstellen zu können, sind die wichtigsten Beispiele in der folgenden Tabelle angeführt. Welche dieser Wechselwirkungen im Einzelfall wirklich auftreten, ist von den örtlichen Rahmenbedingungen der Schutzhütte abhängig.

Tabelle 21: Wechselwirkungen der Systeme

	Energie-versorgung beeinflusst die …	**Wasser-versorgung beeinflusst die …**	**Abwasser-entsorgung beeinflusst die …**	**Abfallentsorgung beeinflusst die ...**
Energie-versorgung durch … →	-	Energieverbrauch von Pumpen und Aufbereitung, Energieverfügbar-keit durch Wasserkraft.	Energieverbrauch von Pumpen, Steuerungs- und Belüftungsein-richtungen.	Energieverbrauch von Müll- und Dosenpressen.
Wasser-versorgung durch …→	Energieverfügbar-keit für Pumpen und Aufbereitung.	-	Wiedernutzung von gereinigtem Abwasser bzw. von Teilströmen für Brauchwasser-zwecke.	Unsachgemäße Ablagerungen von Müll im Einzugsbereich der Wasserversorgung.
Abwasser-entsorgung durch … →	Energieverfügbar-keit für Pumpen und Belüftung.	Wassertemperatur, Pufferkapazität und Abwasser-verdünnung.	-	Anfall von biogenen Stoffen, die ev. gemeinsam mit Klärschlamm behandelt werden können.
Abfall-entsorgung durch …→	Energieverfügbar-keit für Müll- und Dosenpressen.	Energieverfügbar-keit für Elektropressen durch Wasserkraft.	Anfall von Klärschlamm, der ev. gemeinsam mit dem biogenen Abfall behandelt werden kann.	-

In den folgenden Kapiteln werden zu den Wechselwirkungen der Systeme entsprechende Empfehlungen gegeben, um gegenseitige nachteilige Auswirkungen zu vermeiden.

4.1.1 Energieversorgung – Wasserversorgung

Die Wassernutzung kann sowohl einen deutlichen Strombedarf in Wasserversorgungsanlagen verursachen, als auch über Kleinstwasserkraftwerke einen wichtigen Beitrag zur Stromversorgung der Hütte leisten. Sind Pumpen oder Aufbereitungsanlagen für die Wasserversorgung notwendig, müssen diese elektrischen Verbraucher im Einklang mit der Stromversorgungsanlage stehen. Desinfektionsanlagen dürfen auf keinen Fall durch Probleme bei der Stromversorgung ausfallen.

Empfehlungen:

- Spitzenstrombedarf der Wasserversorgungsanlage bei Dimensionierung der Energieversorgungsanlage berücksichtigen.
- Durch Lastmanagement kann der Stromverbrauch der Wasserpumpen oder UV-Anlagen zeitlich gesteuert und die Auslastung der Energieversorgungsanlage dadurch optimiert werden. Muss z.B. Trinkwasser in Hochbehälter gepumpt werden, so sollten diese so dimensioniert werden, dass die notwendigen Wasserpumpen ausschließlich zu Zeiten mit Überschussstrom betrieben werden können. Durch die Kombination der UV-Anlage mit einem nachgeschalteten Trinkwasserpuffer kann auch hier für den Betrieb der UV - Anlage Überschussstrom zu Nebenzeiten verwendet werden. Die Betriebszeiten der UV-Anlage werden erheblich gekürzt.
- Nach Möglichkeit sollte die Wasserversorgungsanlage so konzipiert werden, dass die Verteilung des Wassers in der Hütte ohne Wasserpumpen auskommen kann. Ist jedoch eine Druckerhöhungspumpe z.B. nach einer UV-Anlage notwendig, sollten energieeffiziente Pumpen eingesetzt werden, die nur bei Bedarf betrieben werden.
- Bei großen Druckhöhen und/oder hoher Quellschüttung ist der Einsatz eines Trinkwasserkraftwerkes im Zuge der Wasserversorgung überlegenswert. Wenn die Quelle unterhalb der Hütte liegt, ist bei großen Quellschüttungen auch die Möglichkeit der Wasserförderung zum Hochbehälter oder zur Hütte mittels hydraulischem Widder zu überlegen. Bei Neuplanungen ist immer die Möglichkeit der Wasserkraftnutzung zur Stromerzeugung zu prüfen. In einem Hybridsystem kann auch eine sehr kleine Wasserkraftanlage kostengünstig einen erheblichen Beitrag zur Stromversorgung der Hütte leisten.

- Es sollte in der Hütte möglichst ein getrenntes Leitungsnetz für Trinkwasser und Brauchwasser installiert werden, damit für die Toilettenspülung kein aufbereitetes Trinkwasser verwendet werden muss.

4.1.2 Energieversorgung – Abwasserentsorgung

Für den Betrieb einer Abwasserreinigungsanlage ist in der Regel elektrischer Strom erforderlich. Der Bedarf an elektrischer Energie hängt vom Typ der eingesetzten Abwasserreinigung, aber auch von der Auslastung der Anlage und dem Wartungszustand ab. Abwasserreinigungsanlagen können durch hohen Stromverbrauch die Leistungsfähigkeit einer Energieversorgungsanlage überfordern. Auf der anderen Seite kann ein Ausfall der Energieversorgung zur Fehlfunktion der Abwasserreinigung und somit zur Ausleitung unzureichend gereinigter Abwässer führen.

Empfehlungen:

- Es sollte in der Regel der Kläranlagentyp gewählt werden, der die vorgeschriebene Reinigungsleistung unter den spezifischen Bedingungen mit dem geringsten Energiebedarf erreicht.
- Bei Abwassertemperaturen von unter 10°C im Kläranlagenzulauf ist eine Temperierung des Abwassers notwendig. Dazu kann Abwärme (aus Aggregatraum, Trockenraum, Küche oder Warmwasserverbrauch) genutzt werden. Wärmebereitstellung mit Strom sollte unbedingt vermieden werden.
- Eine Umschaltmöglichkeit zwischen Stark- und Schwachlastbetrieb der ARA muss vorgesehen werden. Eine manuelle Umschaltmöglichkeit von Voll- auf Teillastbetrieb kann hier schon ausreichen, um den Stromverbrauch deutlich zu reduzieren.
- Getrennte Stromversorgungsanlagen für ARA und Hütte erhöhen deutlich die Investitionskosten und die Energieverluste. In der Regel ist deshalb eine gemeinsame Energieversorgung empfehlenswert. Sie verbessert die Versorgungssicherheit, die Energieeffizienz und damit die Wirtschaftlichkeit.
- Bei elektrischen Aggregaten, wie z.B. Pumpen und Belüfter, immer die energieeffizientesten Geräte mit dem geringsten Strombedarf auswählen. Für empfindliche Pumpen und Belüftungsaggregate muss durch das Stromversorgungssystem die entsprechende Netzqualität sichergestellt

werden. Das ist vor allem bei älteren Energieversorgungssystemen und unzureichend geregelten Wasserkraftwerken nicht unbedingt gewährleistet. Durch den Einbau neuer bidirektionaler Inselwechselrichter in Kombination mit einem Batterieverband kann dies einfach ausgeglichen werden.

- Beim Bau einer neuen Abwasserreinigungsanlage oder der Erweiterung einer bestehenden ist auf jeden Fall ein Gesamtenergiekonzept zu erstellen, um zu garantieren, dass die Systeme optimal aufeinander abgestimmt sind. Es muss sichergestellt werden, dass der erwartete Stromverbrauch einer neuen ARA auch dem tatsächlichen Verbrauch im Betrieb entspricht.
- Die Aufbereitung von Abwasserteilströmen zur Bereitstellung von Brauchwasser bringt je nach eingesetztem Verfahren einen zusätzlichen Energiebedarf, der berücksichtigt werden muss.

4.1.3 Energieversorgung – Abfallentsorgung

Gewisse Abfallbehandlungssysteme, wie z.B. eine Dosenpresse oder Müllpresse, benötigen Energie, die von der Energieversorgungsanlage zur Verfügung gestellt werden muss. Abfälle aus dem Betrieb der Energieversorgungsanlage sind ordnungsgemäß zu entsorgen.

Empfehlungen:

- Der Strombedarf von elektrischen Dosen- bzw. Müllpressen muss im Einklang mit der Stromversorgungsanlage stehen (z.B. Nutzung in Schwachlastzeiten), oder es sollten diese durch Geräte ohne Strombedarf ersetzt werden.
- Abfälle aus Betrieb und Wartung von Energieversorgungsanlagen müssen ordnungsgemäß entsorgt werden. Die Entsorgung kann eventuell als Bestandteil des Fremdwartungsvertrags an eine Fachfirma übertragen werden.

4.1.4 Wasserversorgung – Abwasserentsorgung

Die chemisch-physikalischen Eigenschaften des Trinkwassers beeinflussen die Abwasserreinigung. Abwassermenge und Abwassercharakteristik haben wesentlichen Einfluss auf die Auslegung der Abwasserreinigung. Änderungen der Wasserverfügbarkeit oder der Wassernutzung haben somit wesentliche Auswirkungen auf deren Funktionsfähigkeit. Umgekehrt ist es möglich, durch die

Nutzung von aufbereiteten Abwässern (Teilströme oder Gesamtabwasser) für die Toilettenspülung die Wasserversorgung wesentlich zu entlasten. Die Funktionsweise der Abwasserentsorgung gewährleistet die schadlose Ableitung der Abwässer und schützt somit die vorhandenen Trinkwasservorkommen.

Empfehlungen:

- Chemisch-physikalische Untersuchungen von Trink- und Brauchwasser geben Auskunft über dessen Beschaffenheit. Sind die Bedingungen für die Mikroorganismen der biologischen Abwasserreinigung ungünstig, muss eine Aufhärtung des Wassers in Erwägung gezogen werden. Das tritt vor allem bei Objekten mit Nutzung von Oberflächenwasser auf.
- Duschen und andere Warmwasserquellen wirken sich durch die Erhöhung der Abwassertemperatur positiv auf die Leistung der biologischen Reinigung aus.
- Bei Wasserknappheit sollte auf Trockentoiletten zurückgegriffen werden. Ist dies nicht möglich, ist die Nutzung von Brauchwasser von Dachflächen oder die Aufbereitung von gering belasteten Abwasserteilströmen (z.B. Grauwasser) mit anschließender Nutzung für die Toilettenspülung zu empfehlen. Gereinigtes Abwasser kann auch für die Toilettenspülung herangezogen werden. Das erfordert aber höheren Aufwand bei der Reinigung und eine sichere Hygienisierung, weshalb dies auf Ausnahmefälle beschränkt bleiben sollte.
- Die Abwasserzusammensetzung ändert sich signifikant bei der Installation von Trockentoiletten anstelle von Spültoiletten. Dies muss bei der Planung eines Umbaus berücksichtigt werden, um mögliche Störungen bei bestehenden Anlagen zu vermeiden.
- Wasser sparende Armaturen können zur Reduzierung des Wasserverbrauchs herangezogen werden und reduzieren auch den Abwasseranfall, was wiederum für den Betrieb der ARA berücksichtigt werden sollte.

4.1.5 Wasserversorgung – Abfallentsorgung

Die Wechselwirkungen mit dem Bereich Abfallentsorgung sind gering. Jedenfalls müssen jegliche Abfälle aus der Wasserversorgung ordnungsgemäß gelagert und entsorgt werden. Insbesondere ist die Gefahr der Verunreinigung des Trinkwassers durch eine nicht ordnungsgemäße Abfallentsorgung auszuschließen.

4.1.6 Abwasserentsorgung – Abfallentsorgung

Der beim Betrieb von Kläranlagen anfallende Primär- und Sekundärschlamm ist organischer Reststoff und damit Abfall. Da die Behandlung und die Entsorgung des Klärschlamms in der Regel jedoch unabhängig von der Abfallbehandlung bzw. -entsorgung im klassischen Sinn durchgeführt wird, ergeben sich nur wenige Wechselbeziehungen zwischen den Bereichen der Abfallentsorgung und Abwasserentsorgung. Eine gemeinsame Kompostierung von biogenen Abfällen mit Reststoffen aus der Abwasserreinigungsanlage kann jedoch sinnvoll sein. Über die Toiletten unsachgemäß entsorgte Abfälle können zu Störungen der Abwasserreinigung führen.

Empfehlungen:

- Abfälle aus dem Betrieb der Abwasserentsorgungsanlagen sind ordnungsgemäß zu entsorgen.
- Das Einbringen von Abfällen in die Toilette ist durch Informationstafeln und das Aufstellen von Mülleimern in den Toiletten zu verhindern.

4.2 Einflussbereiche

Wie in Kapitel 2.9.1 Problembasierte Datenauswertung – Integrale Betrachtung beschrieben, wurden die Kontextinformationen zusammengefasst und zu folgenden fünf Bereichen zugeordnet:

- **Ressourcen:** Probleme, die vorwiegend mit der schwierigen Verfügbarkeit von Energie und Wasser zusammenhängen (z.B. Wasserknappheit, Energieabstimmung etc.).
- **Witterung:** Probleme und Herausforderungen, die vorwiegend mit dem Einfluss der ungünstigen Lage zusammenhängen (z.B. Temperatureffekte auf biologische Verfahren, Niederschläge und Wind).
- **Bewirtschaftung:** Probleme und Herausforderungen, die vorwiegend mit der Bewirtschaftung und dem Gästeaufkommen zusammenhängen (z.B. Winterbetrieb, Kurse, nur Tagesgäste etc.).

- **Transport:** Probleme und Herausforderungen, die vorwiegend mit dem Einfluss des Transportweges zusammenhängen (z.B. Abfallmengen und Kosten für Hubschrauber etc.).
- **Allgemeines:** Informationen, die sich nicht klar zu den Einflussbereichen zuordnen lassen und allgemein zu berücksichtigen sind (z.B. Motivation, Kommunikation, gesetzliche Rahmenbedingungen).

Die Ergebnisse der Zuordnung zu den einzelnen Bereichen sind im Folgenden im Detail dargestellt.

4.2.1 Ressourcen

Probleme und Herausforderungen, die vorwiegend mit der Verfügbarkeit von Wasser und Energie zusammenhängen. In der Datenauswertung sind verschiedene Schutzhütten betroffen, deren Rahmenbedingungen die Versorgung mit Wasser und Energie erschweren. Dazu zählen die unzureichende Ergiebigkeit der Wasserversorgung, die unzureichende Rohwasserqualität, Schutzhütten, die aufgrund ihrer geologischen Untergrundverhältnisse im Kalk bzw. Karst liegen und auch besondere Betriebsverhältnisse bei der Energieversorgung.

4.2.1.1 Energieversorgungsanlagen

Probleme:

- Abstimmung von Verbrauch und Dargebot unzureichend (Problem: Bewirtschaftungsvorstellung des Wirts oft nicht mit Dargebot vereinbar). Abstimmung Verbrauch/Dargebot mit technischer Ausstattung und Energiemanagement
- Kapazität der Erzeuger zu gering. (14 Nennungen)
- Abstimmung der Komponenten mangelhaft. Durch fehlende Gesamtkonzepte kommt es trotz neuer Systemkomponenten zu schlechter Gesamtleistung
- Schlechtes Batteriemanagement – ungeeignete Aufstellung und händisches Laden
- Einsparungspotential im Bereich Energie nicht ausgeschöpft

Anregungen und Empfehlungen:

- Einfordern gesamtheitlicher Konzepte von den Planern. Dies sollte sowohl bei Neuplanungen als auch bei Erweiterungen (in vertretbarem Ausmaß) durchgeführt werden. Bei 61 von 100 Hütten waren keine Energiekonzepte vorhanden.
- Mögliche Energiesparmaßnahmen erheben und in Abstimmung mit den anderen Systemen umsetzen (Ver- und Entsorgungskonzept).
- Modernes Lastmanagement und Regelung der Energieversorgungsanlage etablieren.
- Nutzung verschiedener Energiequellen entsprechend der lokalen Möglichkeiten mit einer optimalen Abstimmung der Komponenten des hybriden Energieversorgungssystems.
- Dimensionierungswerte gut funktionierender Systeme (Referenzsysteme) aufzeigen.
- Plattformen für den Erfahrungsaustausch schaffen, um Erfahrungen, Probleme und Lösungen allen Beteiligten zugänglich zu machen.
- Schulungsmöglichkeiten für Planer und Betreiber.
- Anlagenüberwachung durch ein Monitoringsystem etablieren, um schnelle Ursachensuche bei Fehlern und Problemen zu ermöglichen und Reparaturen oder Optimierungsmaßnahmen effektiv durchführen zu können
- Mindeststandard für Energieanzeigen festlegen und einfache Überprüfungsmöglichkeiten des Betriebszustandes der Energieversorgung vorsehen. Bei 47% von 100 Hütten waren geeignete Anzeigen nicht vorhanden oder besteht Verbesserungsbedarf in diesem Bereich. Hüttenwirten fehlt dadurch die Möglichkeit den Betriebszustand der Energieanlage zu überprüfen.
- Keine unüberlegte Außerbetriebnahme von Anlagenteilen zur Energieeinsparung.
- Energetisch intensive Wasserdesinfektion (UV) nur für Trinkwasserzwecke einsetzen und den permanenten Betrieb der UV-Lampe vermeiden. Statt dessen Nutzung von Brauchwasser in Kombination mit Trinkwasser-sparmaßnahmen vorsehen.
- Wirkungsgrad bestehender Anlagen so weit wie möglich erhöhen, um diese so lange wie möglich nutzen zu können.

- Bei der Anlagenkonzeption für ARA und Wasserversorgung sollte, durch die Nutzung des natürlichen Reliefs, so weit wie möglich auf den Einsatz von Pumpen und sonstigen elektrischen Verbrauchern verzichtet werden.
- Software/Planungstools für die Unterstützung bei der Planung und Überwachung der Energieversorgungsanlagen sollten entwickelt werden.
- Energieeffizienz ist auch für Hütten mit Netzanschluss ein wichtiges Ziel. Hier kann von den Inselsystemen gelernt werden.

Die billigste und sauberste Energie ist jene, die nicht verbraucht wird. 45 von 100 Hüttenwirten schätzen das Einsparungspotential mittel bis hoch ein.

4.2.1.2 Abstimmung der Wassernutzung

Bei insgesamt 16 Objekten wird die Abstimmung der Wassernutzung auf das Dargebot von Energie als auch Wasser bemängelt. Dabei geht es vor allem um die sparsame Nutzung von Wasser und Energie und um die Nutzung von Brauchwasser als zweites Standbein der Wasserversorgung. Die Folgen der fehlenden Abstimmung hinsichtlich Nutzung und Verbrauch führen zu Versorgungsengpässen mit Wasser aber auch Energie. Daraus folgen Störungen des Hüttenbetriebs, aber auch hygienische Probleme.

Probleme – Sparmaßnahmen und Sanitäranlagen (13 Angaben)

In 5 Fällen (in Abbildung 149 als Sterne dargestellt) wird explizit das mangelhafte Umsetzen bzw. das Fehlen von Sparmaßnahmen trotz unzureichender Wasserverfügbarkeit angegeben. In Abbildung 149 ist der mittlere Wasserbedarf nach der Ergiebigkeit der Wasserversorgung, gruppiert nach der Geologie, dargestellt. Der mittlere Wasserbedarf je Gast und Tag liegt ca. bei 20l (mit und ohne Brauchwassernutzung gleich hoch; Spitzenwerte meist aufgrund unbegrenzter Brauchwasserressourcen). Sparmaßnahmen werden oft erst bei dringendem Handlungsbedarf umgesetzt. Bei nicht ausreichender Trinkwasserversorgung im Kalk/Karst ist der Wasserbedarf auch durch die meist fehlende Möglichkeit der Brauchwassernutzung deutlich geringer.

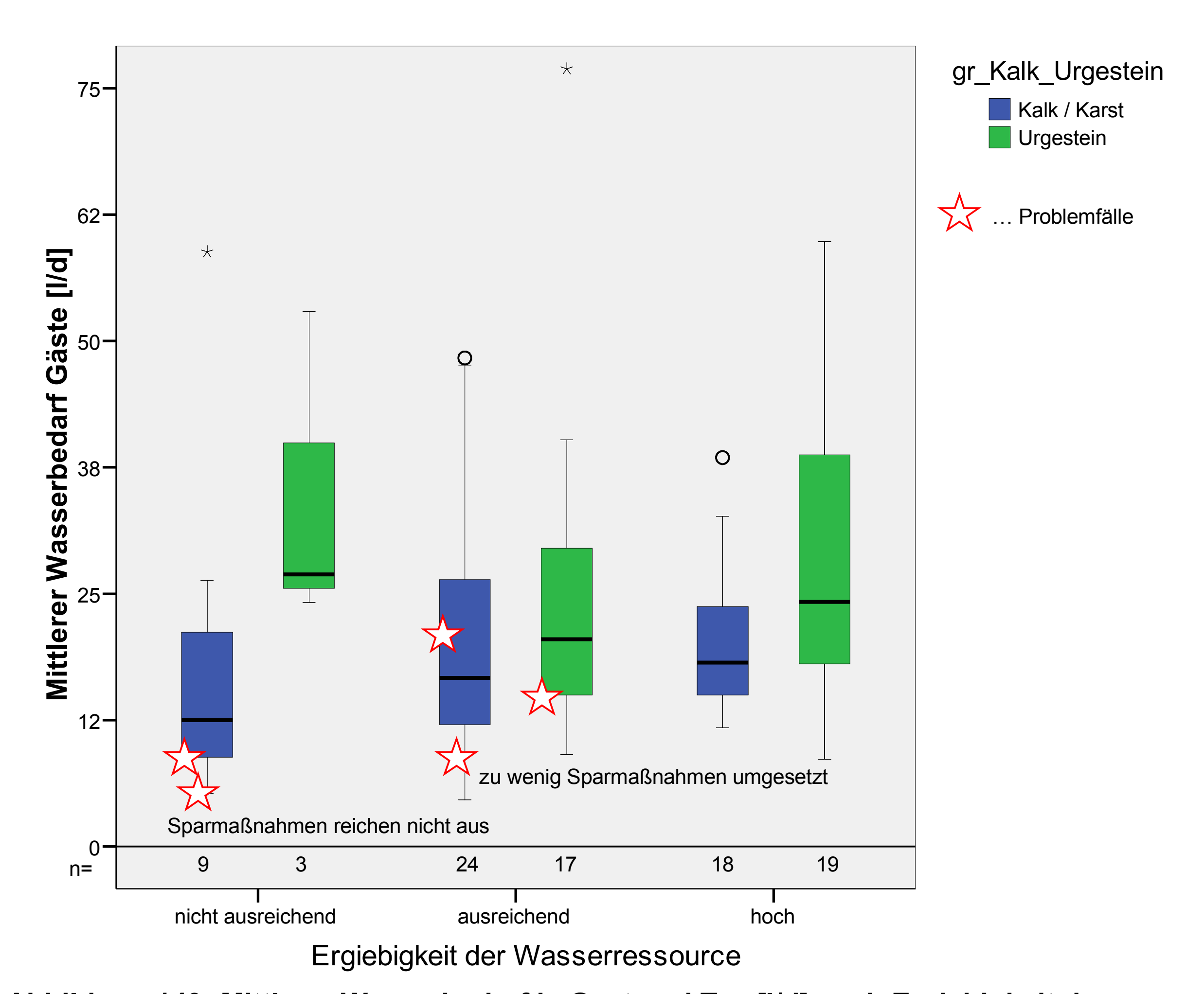


Abbildung 149: Mittlerer Wasserbedarf je Gast und Tag [l/d] nach Ergiebigkeit der Wasserversorgung und gruppiert nach Geologie (Kalk/Karst bzw. Urgestein) [58]

In Abbildung 150 ist der Wasserverbrauch nach Summe des Gästeaufkommens (1 Nächtigungsgast = 3 Tagesgäste), gruppiert nach vorhandener Trockentoilette oder nicht gruppiert, dargestellt. Der Wasserverbrauch liegt nur in Ausnahmefällen über 50 $l/EW_{60}/d$, meist zwischen 20 und 30 $l/EW_{60}/d$, wobei mit Trockentoiletten im Median 5 $l/EW_{60}/d$ eingespart werden. Weiters wird konkret in 7 Fällen eine Fehlentscheidung hinsichtlich Trockentoilette oder Spültoilette angegeben, wobei Spültoiletten oft trotz schwieriger Ressourcenverfügbarkeit installiert wurden (aufgrund fehlender Daten können nicht alle in Abbildung 150 dargestellt werden.)

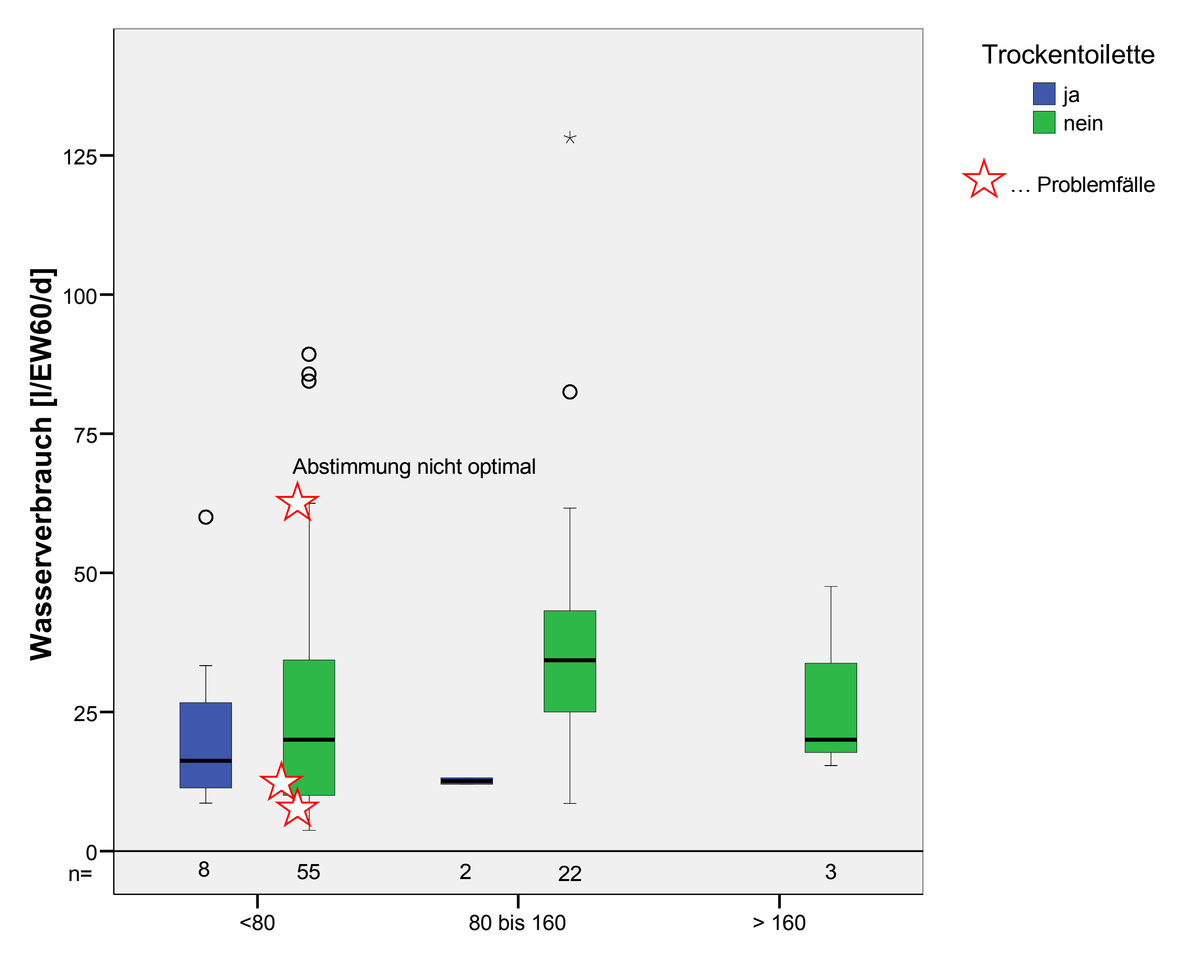


Abbildung 150: Wasserverbrauch [l/EW$_{60}$/d] in Bezug auf das Gästeaufkommen gruppiert nach Trockentoilette vorhanden [ja/nein] [58]

Es zeigt sich, dass bei den eingezeichneten Hütten in zwei Fällen trotz der Spültoiletten relativ wenig Wasser verbraucht wird. Das liegt einerseits am sehr sparsamen Umgang mit Wasser (Wasserknappheit) bzw. an der Nutzung von gereinigtem Abwasser zur Toilettenspülung. Bei dem markierten Spitzenwert wird Trinkwasser angeliefert, das Brauchwasser für die WC-Spülung verwendet.

Empfehlungen - Sparmaßnahmen und Sanitäranlagen:

- Mögliche Sparmaßnahmen erheben und in Abstimmung mit den anderen Systemen umsetzen (Ver- und Entsorgungskonzept). Beispiele dafür sind wasserlose Urinale, Spar-WCs, Trockentoiletten etc.

- Spültoiletten sind unter schwieriger Wasserversorgungslage (Karst) zu vermeiden. Neben der Einsparung an Wasser spielt auch der Bedarf von ev. Pumpen für die WC-Spülung eine Rolle.

Probleme – Brauchwassernutzung (7 Angaben):

Die Brauchwassernutzung wird in 4 Fällen als Lösungsansatz zur Reduzierung des Wassermangels angesehen (aufgrund fehlender Daten für die Darstellung sind nicht alle Einzelwerte in Abbildung 151 dargestellt).

Abbildung 151 zeigt grundsätzlich eine bessere Wasserverfügbarkeit bei Urgestein als im Kalk/Karst. Im Kalk/Karst ergeben sich durch die Brauchwassernutzung keine großen Verringerungen des Wasserbedarfes, der sparsamere Umgang mit Wasser ist aber im Vergleich zu Schutzhütten im Urgestein zu erkennen. Einsparungspotential liegt daher vor allem in diesem Bereich vor. Mit Hilfe der Brauchwassernutzung können auch Energiekosten durch die Reduzierung der aufzubereitenden Menge an Trinkwasser eingespart werden, falls eine solche vorhanden ist. Probleme treten dann auf, wenn eine unzureichende Trinkwasserversorgung und keine Möglichkeiten der Brauchwassernutzung sinnvoll erscheinen.

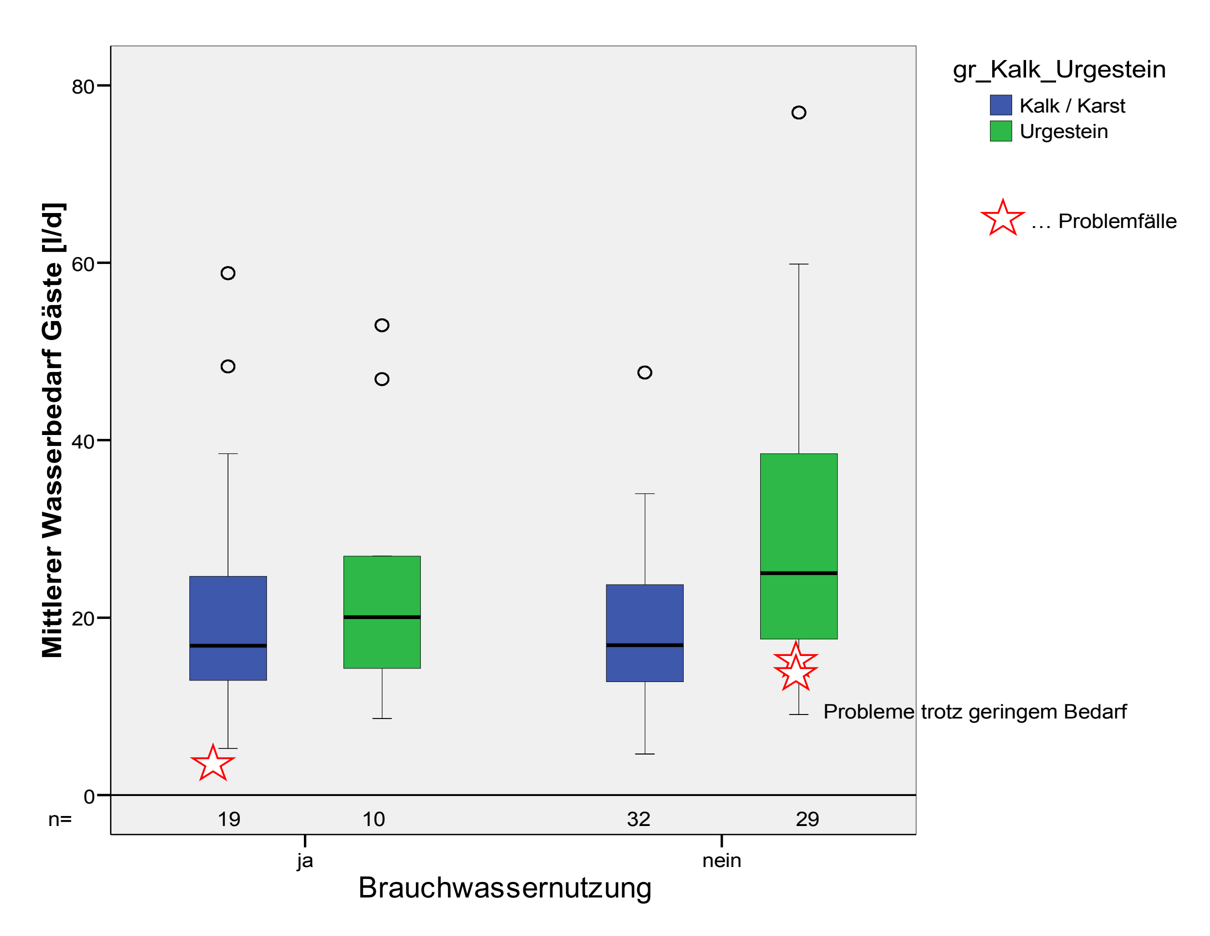


Abbildung 151: Mittlerer Wasserbedarf je Gast und Tag [l/d] nach Verwendung Brauchwasser gruppiert nach Geologie (Kalk/Karst bzw. Urgestein) [58]

Die zwei markierten Fälle ohne Brauchwassernutzung im Urgestein liegen vergleichsweise niedrig im Vergleich zu den anderen Objekten – der Wassermangel ist offensichtlich. Bei dem Fall mit Brauchwassernutzung im Kalk/Karst liegen die Probleme im technischen Bereich bei der Nutzung von gereinigtem Abwasser als Brauchwasser.

In zwei Fällen wird weiters bei der Nutzung von gereinigtem Abwasser für die WC-Spülung von hygienischen Problemen berichtet. Auch Membranbioreaktoren weisen eine Restfärbung des gereinigten Abwassers auf (1 Fall).

Empfehlungen – Brauchwassernutzung:

- Grundsätzlich sollte bei schwieriger Versorgungslage Trinkwasser nur für Trinkwasserzwecke herangezogen (z.B.: Trinken, Kochen, Körperhygiene, Reinigung von Geschirr etc.) und für andere Zwecke Brauchwasser bzw. Nicht-Trinkwasser geringerer Qualität genutzt werden. Dabei ist aufgrund des

Aufwands und der hygienischen Kontamination Regen- bzw. Dachflächenwasser der Vorzug vor aufbereitetem Abwasser zu geben.

- Spültoiletten mit Nutzung von gereinigtem Abwasser vermeiden, da diese eine Gesundheitsgefährdung bei nicht voll funktionsfähiger Abwasserreinigung darstellen. Die Brauchwasserqualität hat auch in hygienischer Hinsicht den einschlägigen Normen zu entsprechen. Die Nutzung von gereinigtem Grauwasser ist jedenfalls in diesem Sinne günstiger.
- Generell gilt: Wasser sparen vor wieder verwenden.
- Eindeutige Ausbildung von zwei unabhängigen Wasserkreisläufen ohne Verbindung und eindeutiger Kennzeichnung der Leitungsstränge zum vorbeugenden Schutz vor Falschanschlüssen.

Problem – Wasseraufbereitung (eine Angabe):

In einem Fall wird vom hohen Wasserverbrauch durch die Spüleinrichtung der UV-Anlage berichtet.

Empfehlungen – Wasseraufbereitung:

- Bei Wahl der Wasseraufbereitung auch Spülwasserbedarf beachten

4.2.1.3 Abstimmung der Ver- und Entsorgungssysteme

Aus der Auswertung der Kontextinformationen hat sich gezeigt, dass 27 der 100 Objekte von Betriebsproblemen berichten, die mit der Abstimmung zwischen Energieversorgung, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung zusammenhängen. Bei Inselsystemen ergeben sich daraus vor allem Engpässe in der Energieversorgung und eingeschränkte Funktion der Wasseraufbereitung bzw. Abwasserreinigung mit erheblichen Folgen für Hygiene, Betrieb und Umwelt. Auch wenn die Einzelsysteme bzw. Komponenten für sich dem Stand der Technik entsprechen, führt die mangelnde Abstimmung zu einer suboptimalen Leistung des Gesamtsystems.

Probleme – Energie und Abwasser (18 Angaben)

Bei 7 Objekten ist die Stromversorgung für die ARA unzureichend bzw. der Verbrauch der ARA unverhältnismäßig hoch, die unten in der Abbildung 152 bezüglich Aggregatlaufzeit und spezifischem Energieverbrauch der ARA dargestellt sind. Durch die mangelnde Abstimmung kommt es zu langen Laufzeiten von Aggregaten, zu einer manuellen Außerbetriebnahme der Rezirkulation trotz ausreichender Energieversorgung, um Energie (Aggregatlaufzeit) einzusparen (Hütte 4), oder sogar zu einer manuellen Abschaltung der ARA bei Energieknappheit (Hütte 7).

In einem Fall verhindert die nicht vorhandene Energieversorgungskapazität (trotz Potential für Wasserkraftnutzung) die Installation einer Abwasserreinigung nach dem Stand der Technik (Hütte 3). Bei Hütte 1 muss bei trotz kurzer Gesamtlaufzeit das Aggregat oft zur Abdeckung von Spitzen eingeschaltet werden, was die Unzufriedenheit des Wirtes hervorruft. Bei Hütte 2 ist die Laufzeit des Aggregats sehr hoch und muss auch bei geringer Hüttenauslastung für die Versorgung der ARA eingeschaltet werden, was auf eine zu geringe Abdeckung der Grundlast über alternative Energieträger zurückzuführen ist. Bei Hütte 6 verbraucht die ARA einen unverhältnismäßig hohen Anteil an elektrischer Energie, der in Spitzenzeiten nicht zur Gänze über die vorhandene PV-Anlage abgedeckt werden kann und daher sogar ein privates Aggregat zur Verbrauchsabdeckung genutzt wird. Aus der Abbildung zeigt sich, dass keine objektiven Aussagen zu Objekten aus den Kennzahlen ohne die Kontextinformationen möglich sind.

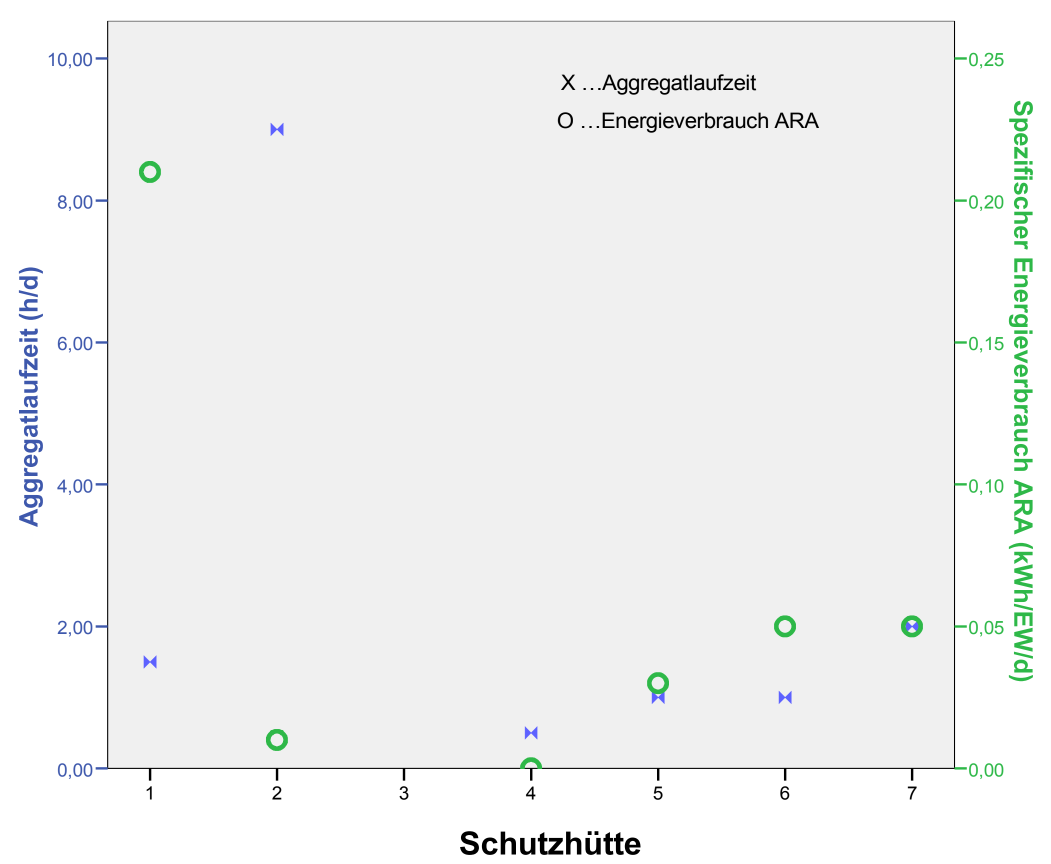


Abbildung 152: Einzelhütten mit Problemen bei der Stromversorgung der ARA (Darstellung der Aggregatlaufzeiten [h/d] und des spezifischen Stromverbrauchs [kWh/EW_{60}/d])[58]

Getrennte elektrische und thermische Versorgungsanlagen bringen in 5 Fällen eine ineffiziente Energienutzung durch Über- bzw. Unterversorgung der Hütte bzw. der ARA.

In 3 Fällen wird die vorhandene Abwärme aus der Stromerzeugung nicht für die Verbesserung der biologischen Leistungsfähigkeit der ARA verwendet. Alle drei liegen über 1800 m Seehöhe, weisen unterschiedliche Systeme auf und halten die geforderten Grenzwerte nach der projekteigenen Abwasseruntersuchung nicht ein. Die Abbildung 153 stellt die Einhaltung der Reinigungsleistung aller beprobten Hütten getrennt nach Lage unter und über 1800 m Seehöhe dar.

In Abbildung 153a sind zwei Tropfkörper, zwei mechanische Biofilter, zwei SBR-Anlagen und eine Belebtschlammanlage enthalten, die die Reinigungsleistung nicht erfüllen.

In Abbildung 153b sind sieben Tropfkörper, ein mechanischer Biofilter, eine SBR-Anlage, eine Belebtschlammanlage und zwei Tauchkörper enthalten, die die Reinigungsleistung nicht einhalten. Es zeigt sich, dass in diesen Zusammenhängen alle biologischen ARA-Systeme betroffen sind. Die Abwärmenutzung stellt bei zunehmender Seehöhe eine Möglichkeit der Verbesserung der biologischen Reinigungsleistung dar (siehe auch Bereich Extremlage).

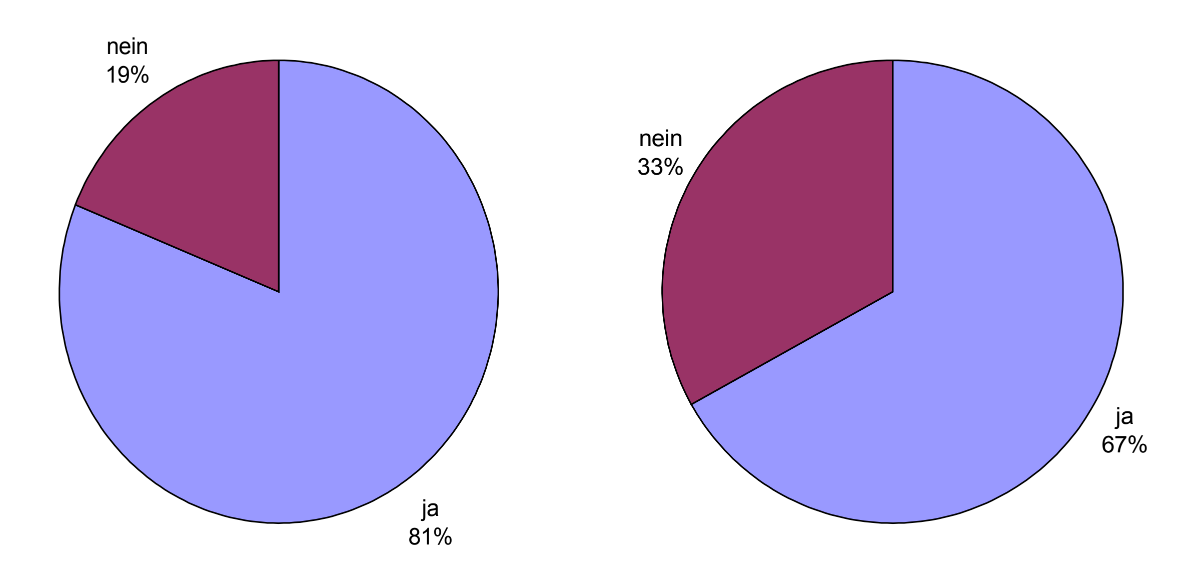


Abbildung 153 a **Abbildung 153 b**
Abbildung 153a / b: Einhaltung Reinigungsleistung bei Seehöhen unter 1800m (37/73) (=155a) bzw. bei Seehöhen über 1800 m (36/73) (=155b). [58]

Bei einzelnen Schutzhütten zeigt sich bei hoher Störanzahl der Energieversorgung gleichzeitig eine höhere Störanfälligkeit der ARA. Eine direkte Abhängigkeit kann nicht mit Sicherheit festgestellt und sollte noch weiter untersucht werden.

Empfehlungen – Energie und Abwasser:

- Energiekonzept in die Planung der Abwasserreinigung einbeziehen und umgekehrt (Ver- und Entsorgungskonzept)
- ARA–Systemwahl entsprechend der Energieversorgung anpassen und umgekehrt
- Gemeinsame Stromversorgung für ARA und Haus erhöht die Flexibilität
- Umschaltbarkeit der ARA in Starklast und Schwachlastbetrieb vorsehen (je nach ARA-System)

- Vorhandene Kapazitäten der Energieversorgung nutzen
- Keine unüberlegte Außerbetriebnahme von Anlagenteilen zur Energieeinsparung
- Abwärme aus Energieversorgung für ARA nutzen
- Energieversorgung der ARA muss über Grundlast abgedeckt werden können (nur zu Spitzenzeiten über Aggregat, wenn es sowieso läuft), da sonst auch in betriebsschwachen Zeiten (wenige Gäste) Aggregat für ARA bzw. Rezirkulation laufen muss.
- Der Betrieb der Einzelsysteme gliedert sich in den Betrieb der Hütte als Gesamtsystem ein. Die verschiedenen Einflüsse (Störungen, Versorgungsunterbrechungen etc.) müssen daher bei der Planung berücksichtigt werden.

Probleme – Energie und Wasser (7 Angaben)

Der Energiebedarf der Wasserversorgung wird bei zwei Objekten als Grund für den hohen Energieverbrauch und lange Aggregatlaufzeiten genannt, bei zwei weiteren wird die Abstimmung mit der Energieversorgung bemängelt. In drei Fällen wird als Ursache von Versorgungsengpässen sowohl bei der Wasser- als auch bei der Energieversorgung auf die Wahl von Spültoiletten mit hohem Wasserverbrauch und dem Betrieb von Pumpen zurückgeführt. Wenn keine getrennte Brauchwassernutzung vorhanden ist und aufgrund der Rohwasserqualität der gesamte Wasserverbrauch aufbereitet (desinfiziert) werden muss, muss auch für die Wasseraufbereitung (UV) mit einem höheren Energieverbrauch gerechnet werden.

Empfehlungen – Energie und Wasser

- Energiekonzept in die Planung der Wasserversorgung einbeziehen und umgekehrt (Ver- und Entsorgungskonzept)
- Energetisch intensive Aufbereitung (UV) nur für Trinkwasserzwecke, Nutzung von Brauchwasser, Wassersparmaßnahmen umsetzen
- Sanitäranlagen hinsichtlich Energie und Wasserverbrauch berücksichtigen

- Energieversorgung der Wasserversorgung muss über Grundlast abgedeckt werden können (nur zu Spitzenzeiten, wenn es ohnehin läuft, über Aggregat), da sonst auch in betriebsschwachen Zeiten (wenige Gäste) Aggregat für die Wasserversorgung laufen muss.

Probleme – Wasser und Abwasser (5 Angaben)

Die fehlende Abstimmung der Wasserversorgung bzw. -nutzung mit der Abwasserreinigung wird in fünf Fällen als Grund für die suboptimale Funktion der Abwasserreinigung angeführt. In zwei Fällen wird die zu niedrige hydraulische Belastung durch die Installation von Trockentoiletten als Ursache für die schlechte Funktion der ARA genannt.

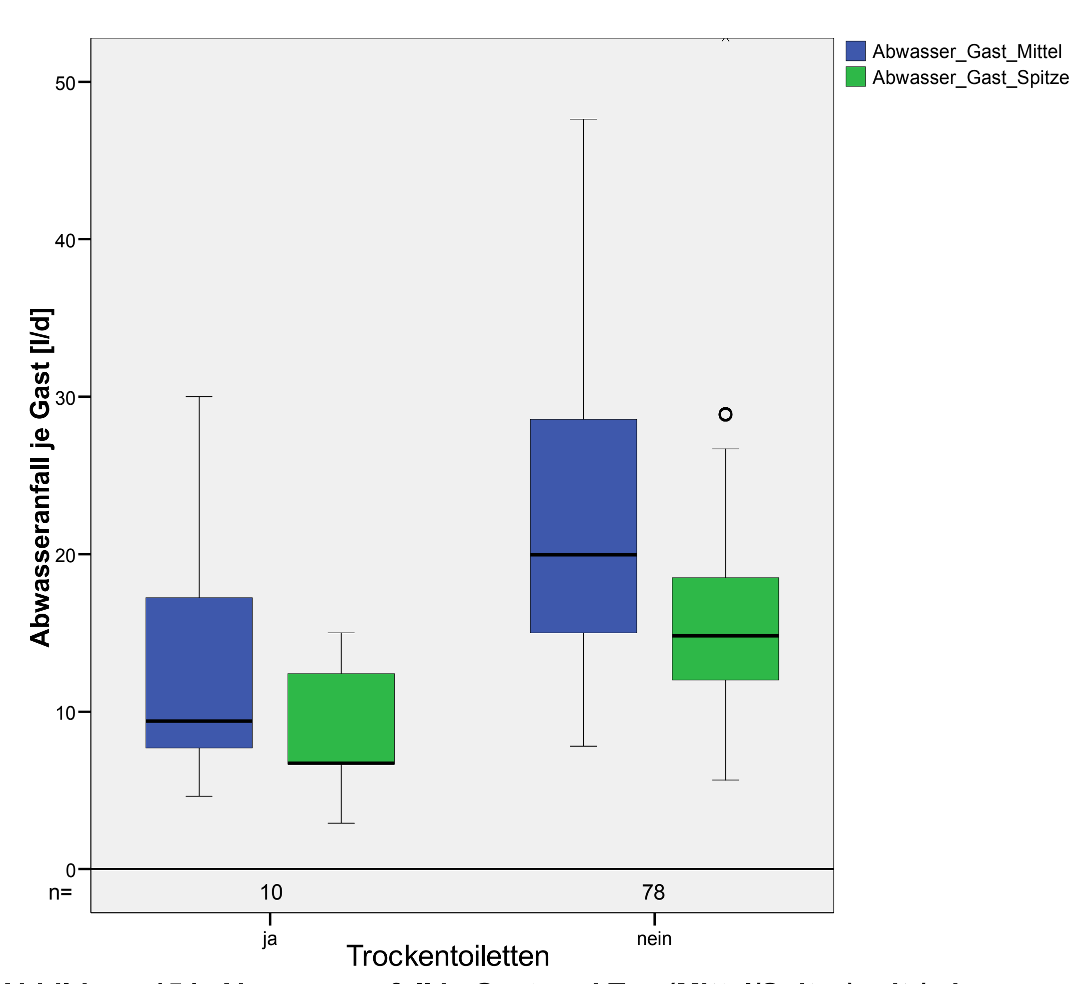


Abbildung 154: Abwasseranfall je Gast und Tag (Mittel/Spitze) mit / ohne Trockentoiletten [58]

Abbildung 154 zeigt den Abwasseranfall je Gast (Umrechnung: 1 Nächtigungsgast = 3 Tagesgäste) an mittleren und an Spitzentagen. Bei Spitzenauslastung der Hütten zeigt sich generell ein geringer spezifischer Abwasseranfall, der bei Trockentoiletten im Median um ca. 10 l/d/Gast niedriger liegt.

Empfehlungen – Wasser und Abwasser

- Abwasseranfall und Charakteristik (Nutzung) muss mit der Abwasserreinigung abgestimmt werden. Beim Umbau von Sanitäranlagen sind hydraulische Änderungen für die ARA zu berücksichtigen.
- Beachte: Abstimmung mit Verhältnis Tages- zu Nächtigungsgast
- Sparmaßnahmen sind immer mit allen Systemen abzustimmen, da sie sonst auch deren Betrieb nachteilig beeinflussen können.

4.2.1.4 Wasserknappheit

Besonders bei Objekten, die zur Abdeckung des Wasserbedarfs von Niederschlagswässern und Schmelzwässern abhängig sind, wirkt sich die Klimaänderung (geänderte Bedingungen) bereits jetzt spürbar aus. Bei insgesamt 15 Objekten werden Auswirkungen der Wasserknappheit genannt, die sich einerseits auf die Verfügbarkeit von Wasser zur Deckung des Brauch- und Trinkwasserbedarfs auswirken, andererseits auch die Energieversorgung mit Wasserkraftanlagen beeinflussen.

Probleme – Wasserdargebot (17 Angaben)

Bei 8 Objekten stellen Trockenperioden im Sommer eine Beeinträchtigung des Betriebs dar. Besonders in solchen Perioden ist der Bedarf durch die hohe Besucherfrequenz besonders hoch und die Gäste müssen dann oft aufgrund von Sparmaßnahmen Einschränkungen in Kauf nehmen. Bei einem Objekt wird die unzureichende Speicherkapazität als Grund angegeben, bei anderen Objekten treten Engpässe aber trotz ausreichender Dimensionierung der Rohwasserspeicher auf. Bei drei Objekten sind die Probleme mit Frosteinwirkung bzw. nur im Winterbetrieb

aufgetreten. Bei fünf Objekten ist zumindest eine Reduktion des Dargebots spürbar bzw. absehbar.

In Abbildung 155 ist das Speichervolumen in Abhängigkeit vom Gästeaufkommen, gruppiert nach der Ergiebigkeit der Trinkwasserversorgung, dargestellt. Nicht ausreichende Ergiebigkeiten der Wasserversorgung sind vor allem bei kleineren Objekten vorhanden (siehe markierte Fälle in Abbildung 155). Probleme treten bei kleineren Schutzhütten, aber auch bei ausreichender Ergiebigkeit der Trinkwasserversorgung durch zu kleine Speichervolumina auf. Bei Hütten mit ausreichend dimensionierten Speichern ergeben sich durch mangelnde Niederschläge (markierte Fälle mit höherem Speichervolumen) Probleme, da die Speicher nicht voll werden. Diese Problematik ist vor allem im Zuge des Klimawandels und den damit zu erwartenden Veränderungen der Niederschlagsverteilungen zu beachten.

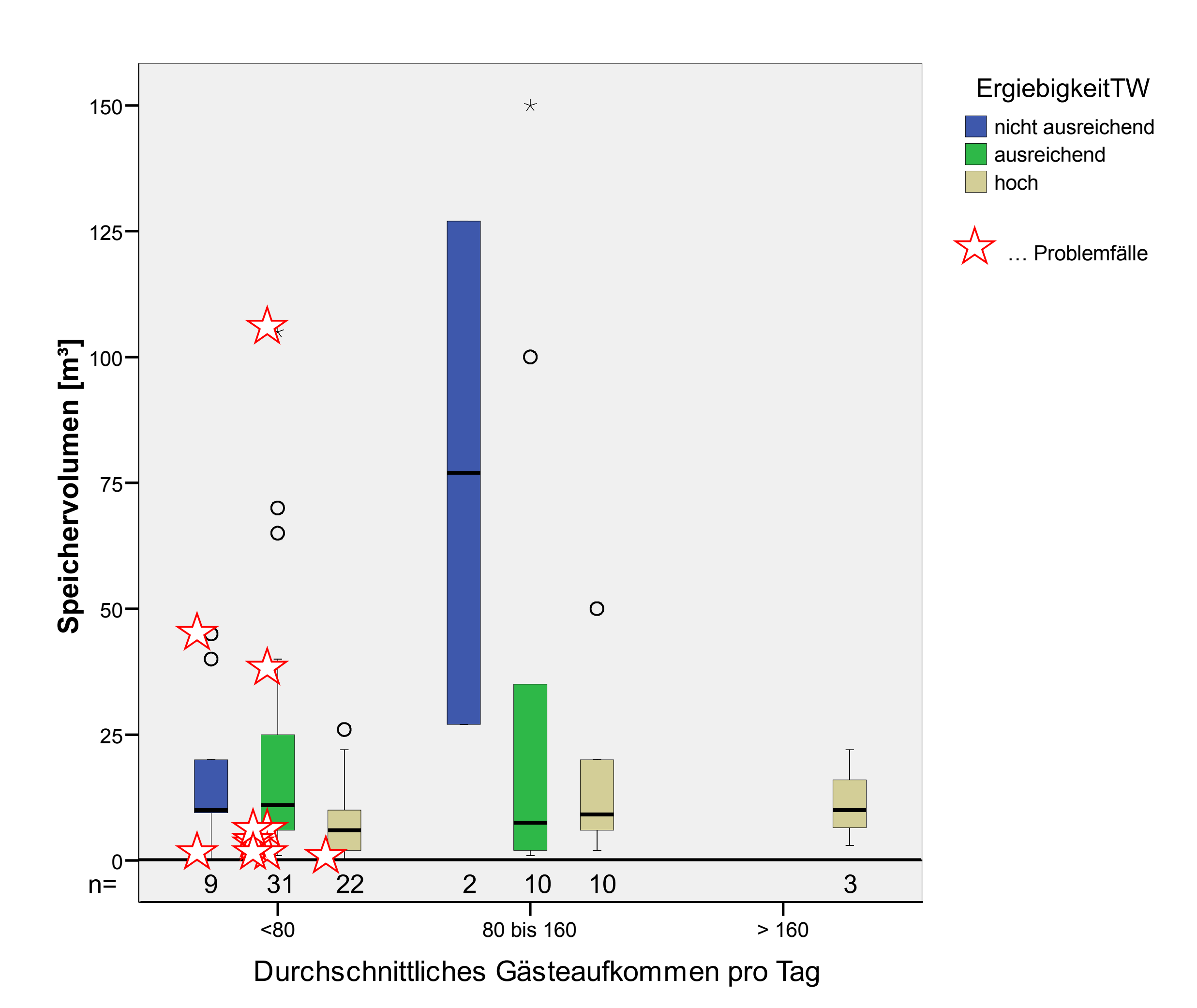


Abbildung 155: Speichervolumen nach Ergiebigkeit Trinkwasserversorgung und gruppiert nach durchschnittlicher Gästeanzahl pro Tag

Empfehlungen – Wasserdargebot (E18):

- Um Versorgungsengpässen zu entgegnen, ist das Potenzial an möglichen Sparmaßnahmen zu überprüfen. Dazu gehört eine mögliche Änderung bei der Sanitärausstattung (Gästeduschen, wasserlose Urinale, Trockenklos) in Abstimmung mit der Abwasserreinigung.
- Falls notwendig sollte die WC-Spülung jedenfalls mit Brauchwassernutzung (ev. gereinigtes Grauwasser) erfolgen.

Probleme – Wasserkraft

Bei fünf Anlagen führt die Wasserknappheit bereits jetzt bzw. in absehbarer Zukunft zu Energieversorgungsproblemen durch Leistungseinbußen. Besonders bei Anlagen mit Wasserkraft als Hauptenergiequelle sind Alternativen gefragt.

Empfehlungen – Wasserkraft (E19):

- Alternative Energieträger einplanen um, Abhängigkeit von Wasserkraft zu reduzieren
- Energiesparmaßnahmen umsetzen, um bestehende System so lange wie möglich nutzen zu können
- Optimierung der (meist sehr alten) Anlagen; Wirkungsgrad erhöhen, Anpassung an zukünftige Situation (Vorspeicher etc.)
- Durch die Ergänzung mit einem AC-DC System (Inselwechselrichter mit Batterieverband) kann auch durch ein KWKW mit einer Leistung von nur 2 bis 5 kW häufig eine komplette Strombedarfsdeckung für die Hütte erreicht werden.
- Der Klimawandel wird den Alpenraum besonders stark treffen – vorausschauende Planung hinsichtlich Wasserverfügbarkeit spielt darum eine besonders wichtige Rolle.

4.2.1.5 Wasserqualität

Bei 17 Objekten zeigen sich Qualitätsprobleme in der Trinkwasserversorgung, wobei die oftmals schlechte Rohwasserqualität nicht entsprechend den Anforderungen der Trinkwasserqualität aufbereitet wird.

Probleme – Rohwasserqualität (8 Angaben)

Schlechte Rohwasserqualität wird dezidiert bei einigen Objekten mit Regen bzw. Schmelzwassernutzung bemängelt (3 Objekte). Trotz unzureichender Rohwasserqualität ist bei 5 Hütten keine entsprechende Aufbereitung vorhanden, somit kann das vorhandene Wasser nur zu Brauchwasserzwecken verwendet werden. Das Trinkwasser muss sodann entweder vom Tal zur Hütte transportiert oder für die Nutzung im Küchenbereich durch abkochen aufbereitet werden. Verschlechterungen von an sich guten Rohwasserqualitäten treten in einzelnen Fällen auch durch Beeinflussungen im Fassungsbereich auf (z.B. Rodungen, Beschädigungen etc.).

Besonders bei Objekten mit Nutzung von Oberflächenwasser (Dachflächen-, Regen- bzw. Schmelzwässer) ohne separate Brauchwassernutzung (hier ist der Aufbereitungsaufwand am höchsten) muss besonders auf die Sicherheit der geordneten Wasserversorgung geachtet werden. Die meisten Objekte mit diesen besonders erschwerten Bedingungen liegen in Kalk/Karst.

Empfehlungen – Rohwasserqualität

- Zur Erreichung des vorschriftsmäßigen Zustands ist i. A. eine Aufbereitung von Schmelz- und Regenwässern notwendig. Entsprechende Beprobung ist die Voraussetzung für die Feststellung der Notwendigkeit einer Wasseraufbereitung. Für diejenigen Zwecke, für die keine Trinkwasserqualität benötigt wird, z.B. für die Toilettenspülung, kann und soll auch unaufbereitetes Wasser verwendet werden (siehe Brauchwassernutzung).

- Der Bereich der Wasserfassung ist regelmäßig auf Beeinträchtigungen zu untersuchen und gegebenenfalls verschlechterte Qualitäten sind durch Aufbereitung wieder entsprechend zu verbessern.
- Besonderer Schutz für die Trinkwassergewinnung bzw. das Trinkwasserschutzgebiet (Kennzeichnung und Nutzungseinschränkungen sowie Inspektionen etc.)

Probleme – Wasseraufbereitung (9 Angaben)

Bei insgesamt 10 Objekten ist die Funktion der bestehenden Trinkwasseraufbereitung mangelhaft und führt daher zu potenziellen hygienischen Problemen. Die Gründe dafür liegen in verschiedenen Bereichen. Mangelnde Wartung wird in drei Fällen angegeben, wobei wieder in einem Fall die schlechte Zugänglichkeit der Anlagenteile als Grund angegeben wird. Bei zeitweiliger Funktionsunfähigkeit wird in einigen Fällen von einer Umgehung der Aufbereitung berichtet (3 Fälle). Gerade bei Schönwetter, unter hohem Energieverbrauch für Küche und gleichzeitig hohem Wasserbedarf, sind Fehlfunktionen am wahrscheinlichsten und können bei der Umgehung von Aufbereitungsanlagen zu Gesundheitsgefährdungen führen. Andere Gründe für eine unzureichende Funktion der Wasseraufbereitung können in der Verschmutzung von Dachflächen durch Hausbrand und folgender Verblockung der Filter (1 Objekt) oder die Beeinträchtigung der Filtration durch hohen Schwebstoffgehalt aufgrund nicht ordnungsgemäß ausgeführter Oberflächenwassersammlung sein (1 Objekt). Die Kühlung des Wassers bei langen Standzeiten der UV-Anlage zur Vermeidung von Verkeimung führt zu erhöhtem Energiebedarf.

Empfehlungen – Wasseraufbereitung

- Die regelmäßige Wartung mit Funktionskontrolle der Aufbereitungsanlage und entsprechende Eigen- und Fremdüberwachung muss für die sichere Funktion nachweislich durchgeführt werden.
- Keine Überbrückungsmöglichkeit der Desinfektion herstellen.

- Einbau eines Reinwasserbehälters nach der Desinfektionsanlage als Puffer und Notversorgung beim Ausfall der UV-Anlage
- Eine sichere Trinkwasserversorgung ist wichtig für Gesundheit und Hygiene auf Schutzhütten.

Probleme – Trinkwasser aus Flaschen (3 Angaben)

Eine Trinkwasserversorgung mit Flaschenwasser bringt hohen Transportaufwand sowohl bei der Anlieferung als auch bei der Entsorgung des anfallenden Kunststoffabfalls.

4.2.1.6 Technik Wassergewinnung und -speicherung

Bei 16 Objekten werden Mängel bei der Trinkwassergewinnung und -speicherung aufgezeigt, die auf eine ungünstige Anordnung von Installationen bzw. Anlagenteilen oder auf bauliche Mängel zurückzuführen sind.

Probleme – Installation und Anordnung (5 Angaben)

Bei fünf Objekten erschweren die ungünstige Anordnung von Installationen und Behältern die Wartung bzw. führen durch die Notwendigkeit von Pumpen zu einem erhöhten Energieverbrauch oder einem zu geringen Druckniveau der Wasserversorgung.

Empfehlungen – Installation und Anordnung

- Handhabung von Installationen so einfach wie möglich vorsehen, professionell ausführen und professionell abnehmen.
- Bei der Anordnung der Anlagenteile auf die Notwendigkeit von Pumpen Rücksicht nehmen und so weit wie möglich vermeiden (Nutzung des Reliefs).

Probleme – Bauliche Ausführung und Zustand (13 Angaben)

Bei sechs Hütten wird die schlechte Zugangsmöglichkeit zum Hochbehälter als Grund für die schwierige Wartung genannt. Bei zwei weiteren wurde der Wartungszustand der Behälter als unzureichend beschrieben. In einzelnen Fällen sind bauliche Mängel wie z.B. mangelnde Abdeckungen oder Einzäunungen für mögliche Verunreinigungen der Trinkwasserfassung festgestellt bzw. die Quellfassung in nicht sauberem Zustand vorgefunden worden. Veraltete Anlagen bringen eine schlechte Wartbarkeit.

In Abbildung 156 ist der Wartungsaufwand der Schutzhütten mit verfügbaren Daten den Hauptwartungsbereichen der Wasserversorgung zugeordnet dargestellt. Den größten Zeitaufwand benötigen Arbeiten an der Quellfassung (Reinigen, Sandfang etc.), das Spülen und Kontrollieren der Filter sowie die Reinigung der Behälter. Daher ist speziell für diese Bereiche die Zugänglichkeit und einfache Hantierung zu berücksichtigen. Bei Frostgefahr und Wochenendbetrieb ist der Zeitaufwand für das Entleeren sehr hoch, da jede Woche entleert werden muss.

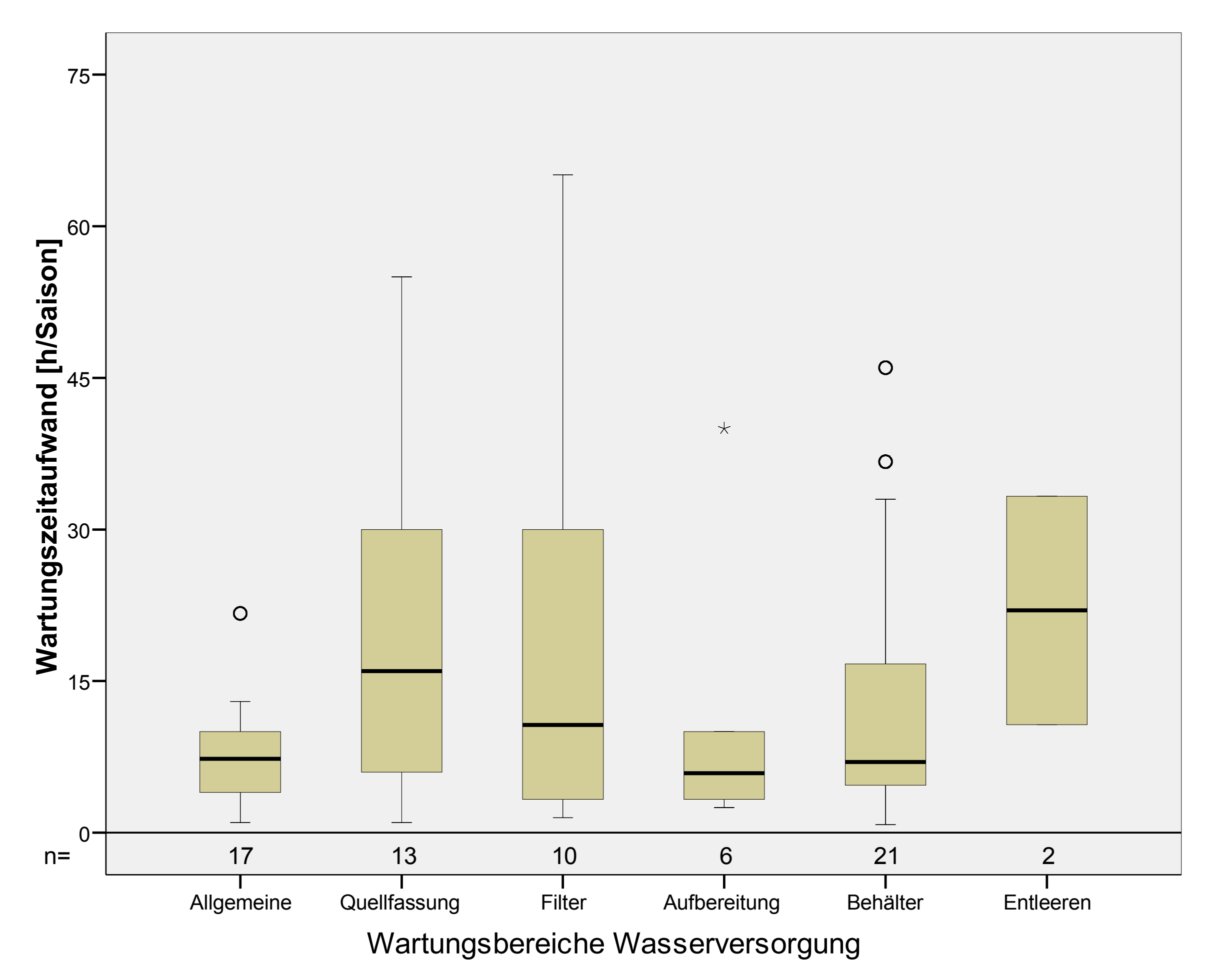


Abbildung 156: Wartungszeitaufwand [h/Saison] für die Hauptwartungsbereiche der Wasserversorgung in einer Saison [58]

Empfehlungen – Bauliche Ausführung und Zustand

- Wartungszugang und Möglichkeit zur Reinigung von Speicherbehältern sind zentral bei der Planung zu berücksichtigen
- Bauliche Mängel durch professionelle Planung, Ausführung und Abnahme vermeiden
- Erneuerung von Anlagenteilen (Stand der Technik und angepasst an veränderte Verhältnisse) bringt Einsparung des Wartungszeitaufwands

4.2.2 Witterung

Probleme und Herausforderungen, die vorwiegend mit dem Einfluss der extremen Lage zusammenhängen. In diesem Bereich liegt der Schwerpunkt auf der Funktionsfähigkeit von biologischen Anlagen, die einen Mindesttemperaturbereich voraussetzen. Weiters wirken sich Frosteffekte auf den Hüttenbetrieb aus. Das betrifft nicht nur Objekte mit Winterbetrieb, sondern auch Objekte mit reinem Sommerbetrieb in höheren Lagen, da dort Früh- bzw. Spätfrost häufig auftreten.

4.2.2.1 Biologische Prozesse

Probleme – Biologie und Temperatur

Bei 14 Objekten können die vorhandenen biologischen Anlagen aufgrund von niedrigen Temperaturen nur suboptimal betrieben werden. Dabei handelt es sich sowohl um Abwasserreinigungsanlagen als auch um Anlagen zur Kompostierung und Klärschlammvererdung. Ein wichtiger Grund für Probleme durch zu geringe Temperaturen ist die ungünstige Situierung der Anlagen. Die Auswirkungen sind geringe Reinigungsleistungen von biologischen ARAs und keine oder schlechte Umsetzung bei Vererdungsanlagen und Kompostierungen. Um dem entgegenzuwirken, wurde in einigen Fällen eine Heizung der Anlagen vorgesehen, die jedoch mit einem zusätzlichen Energieverbrauch verbunden ist. In einzelnen Fällen funktioniert diese aufgrund von Konstruktionsmängeln nicht richtig (z.B. Abwärme von BHKW) oder wird zur Einsparung von Energie ausgeschaltet (2 Angaben). Für Objekte mit Winterbetrieb sind Außenanlagen jedenfalls als Fehlplanung zu sehen (1 Objekt). In einem Fall wird die zu große Dimensionierung der Vorklärung mit der damit verbundenen, langen hydraulischen Aufenthaltszeit für die niedrige Abwassertemperatur als Grund genannt.

Aus den projekteigenen Untersuchungen (Beprobung) hat sich gezeigt, dass bei allen biologischen Systemen unabhängig von der Höhenlage eine Nichteinhaltung der geforderten Ablaufgrenzwerte eintreten kann. Bei Betrachtung aller verfügbaren Daten (73 Objekte) sinkt die Reinigungsleistung mit zunehmender Höhenlage (Abbildung 153).

In Abbildung 157 zeigt sich, dass mit zunehmender Höhenlage auch der Mineralisierungsgrad abnimmt (Anteil mit Anlagen ohne Mineralisierung steigt), was klar auf den Temperatureinfluss (und die Exposition) zurückzuführen ist. Diesem Effekt ist durch bauliche und planerische Maßnahmen entgegenzuwirken.

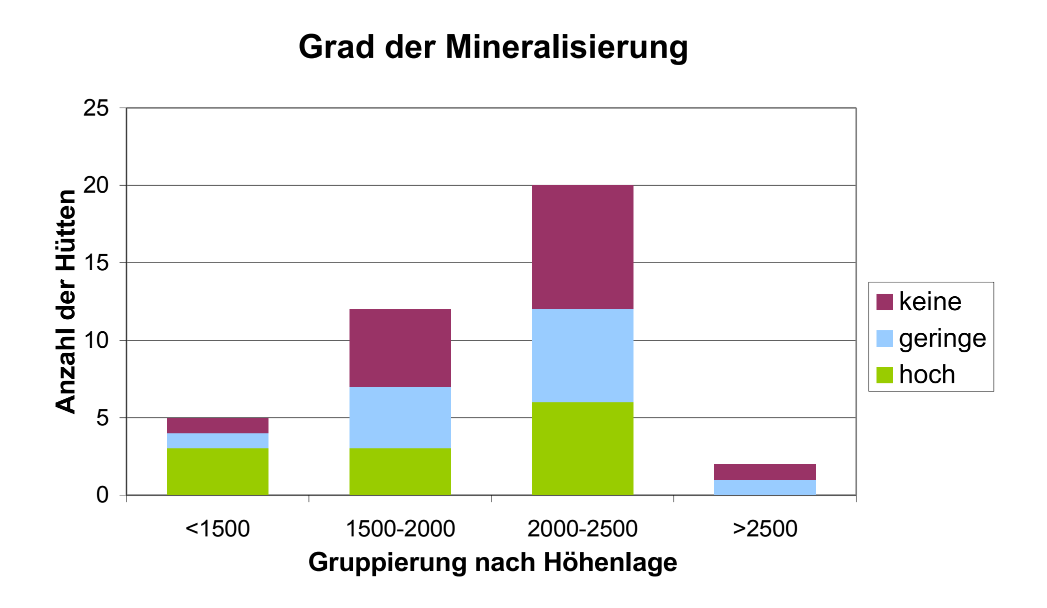


Abbildung 157: Anzahl der Schutzhütten und Grad der Mineralisierung bei der Schlammbehandlung (Summe 39 Werte) gruppiert nach Höhenlage [58]

Empfehlungen – Biologie und Temperatur

- Die aktive Heizung sollte im Zuge der Anlagenkonzeption möglichst vermieden werden. Ist sie in Ausnahmefällen nötig, sollte zur Beheizung die Abwärme aus Stromerzeugung, Küche oder Trockenraum oder die Wärme aus solarthermischen Anlagen genutzt werden. Eine Beheizung mit elektrischer Energie ist unbedingt zu vermeiden.
- Die Vererdung ist unter Energiezufuhr und Zugabe von Strukturmaterial leichter möglich. Dazu gibt es neue Lösungen wie z.B. Solarkomposter.

4.2.2.2 Leitungen

Probleme – Frostwirkung auf Ver- und Entsorgung

Die Frostwirkung beeinträchtigt Wasser führende Leitungen und führt bei einigen Objekten zu Beeinträchtigungen (4 Fälle). Die Probleme liegen im Energiebereich beim Ausfall der Wasserkraft bei Winterbetrieb (1 Angabe), beim Zufrieren der Ableitung aus der ARA oder bei Frieren der Wasserleitung bei Frühfrost (1 Angabe). Permafrost bringt Schwierigkeiten bei der Quellfassung (1 Angabe).

Empfehlung – Frostwirkung auf Ver- und Entsorgung

- Leitungen im Dauerbetrieb sind entweder in frostsicherer Tiefe zu verlegen oder mit einer Wärmedämmung (vorisolierte Leitungen) auszuführen. Bei gedämmten Leitungen ist auch die Mitverlegung einer Begleitheizung möglich. Nicht frostsicher verlegte Leitungen müssen zum Saisonende entleert werden.

4.2.3 Bewirtschaftung

Probleme und Herausforderungen, die vorwiegend mit der Bewirtschaftung und dem Gästeaufkommen zusammenhängen, z.B. Winterbetrieb, Kurse, nur Tagesgäste etc. Für die Systeme der Ver- und Entsorgung bringt die Charakteristik der Bewirtschaftung wesentliche Unterschiede in der Belastung und ist bei der Planung soweit wie möglich zu berücksichtigen.

4.2.3.1 Typischer Schutzhüttenbetrieb

Probleme – Hohes Abfallaufkommen und Tagesgäste

Wie in Abbildung 158 ersichtlich, erhöht sich bei einem hohen Tagesgästeanteil das Abfallaufkommen durch mitgebrachten Gästemüll bzw. auch durch großes Angebot bei Hütten mit Ausflugscharakter (Toilettentücher, Servietten etc.). Hingegen ist das Abfallaufkommen auf Hütten mit geringem Anteil an Tagesgästen (Kursbetriebe etc.) geringer, da der Abfall durch mitgebrachte Waren nicht ins Gewicht fällt. Bei großem Verhältnis von Tages- zu Nächtigungsgast (>10, Ausflugsziele) kann daher ein höherer Anteil an mitgebrachtem Gästemüll bzw. auch eine bessere Ausstattung mit Dosenpressen etc. festgestellt werden.

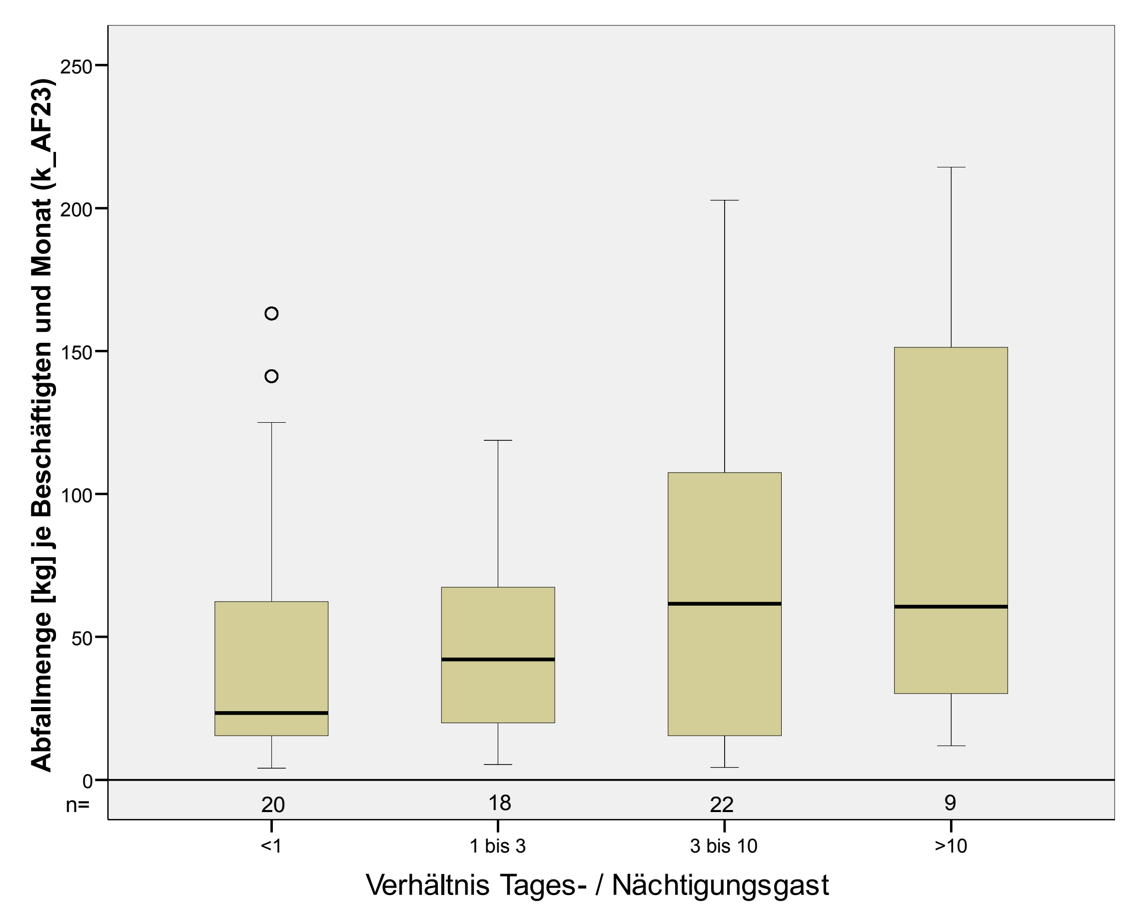


Abbildung 158: Abfallmenge gruppiert nach dem Verhältnis Tages- zu Nächtigungsgast [58]

Abfallvermeidung stellt die effektivste Möglichkeit der Verringerung der Abfallmengen dar und sollte auf jeden Fall aktiv bei allen Schutzhütten verfolgt werden. Abfallbehälter sollten nur in WCs/Waschräumen aufgestellt werden, da es sonst durch Abfälle in den Toiletten zu Problemen bei der ARA kommen kann.

Von den Gästen hinterlassene Abfälle erhöhen das Abfallaufkommen.
Gästeabfälle in den Toiletten verursachen Probleme in der ARA.

Empfehlungen – Hohes Abfallaufkommen und Tagesgäste

- Aktive Förderung der Selbstmitnahme von Abfällen durch Gäste
- Hinweistafeln anbringen
    - Ausgabe von Abfallsäcken
    - Direktes Ansprechen durch den Hüttenwirt
    - Abfallbehälter nur in WCs/Waschräumen aufstellen
    - Abfallvermeidungsmaßnahmen wie z.B.:
    - Verwendung von Großgebinden
    - Offener Ausschank (keine Dosen und Einwegverpackungen ausgeben)
    - Keine Papierservietten und -handtücher
    - Keine Frühstücksportionsverpackungen

Bei insgesamt 8 Objekten wurden Probleme und Herausforderungen mit direktem Bezug zur besonderen Situation der Bewirtschaftung genannt:

Probleme – Stoßbelastungen

Bei Schönwetterlagen und besonders bei Schönwetterperioden gegen Ende der Saison stellt eine hohe Gästezahl eine Belastungsprobe für die Systeme der Hütteninfrastruktur dar. Besonders bei Hütten mit Ausflugszielcharakter kommt es aber regelmäßig zu Stoßbelastungen an einzelnen Tagen und Wochenenden (6 Angaben). Wieder sind sowohl die Ver- und Entsorgungssysteme betroffen. Bei der Versorgung geht es um die Abdeckung des Bedarfs mit Energie und sicherem Trinkwasser, bei der Entsorgung um die Reinigung der Abwässer und Erfassung der

Abfälle. Die biologischen Systeme der Kläranlagen sind träge und können sich nur beschränkt an Änderungen im Nährstoffangebot anpassen, es kommt zur Überlastung und somit zu unzureichend gereinigtem Abwasser (1 Fall). In einem Fall wird auch die fehlende konstruktive Anpassung (Puffer) als mögliche Ursache für die unzureichende Abwasserreinigung genannt. Hohes Abfallaufkommen und Primärenergieverbrauch gehen ebenfalls mit gut frequentierten Tagen einher, die Selbstmitnahme von Gästeabfällen funktioniert gleichzeitig nicht (2 Fälle).

Durch die Betrachtung der Reinigungsleistung in Abhängigkeit des Verhältnisses Tages- zu Nächtigungsgast kann keine eindeutige Aussage abgeleitet werden (Abbildung 159). Bei einer zusätzlichen Betrachtung der Nichteinhaltung der Reinigungsleistung in Abhängigkeit vom Verhältnis Tages- zu Nächtigungsgast haben vor allem Schutzhütten mit einem Verhältnis von Tages- zu Nächtigungsgast = größer als 3 mit Stoßbelastungen und einer eventuell damit einhergehender Nichteinhaltung der Reinigungsleistung zu kämpfen. Bei Schutzhütten mit geringem Verhältnis Tages- zu Nächtigungsgast kleiner 1 liegen die Schwierigkeiten bei der Reinigungsleistung, wie schon im Kapitel Witterung angesprochen, eher in den schwierigen Betriebsverhältnissen auf sehr hohen Standorten. Eine weitere Problematik liegt in der Aussagekraft von Stichproben, die nicht unbedingt die Verhältnisse unter Stoßbelastungen wiedergeben können.

Naturgemäß liegen die Tagesausflugsziele mit vermehrten Stoßbelastungen in geringerer Höhe, und die hochgelegenen Objekte haben mit schwierigen Bedingungen wie z.B. niedriger Temperatur zu kämpfen. In Abbildung 159 zeigt sich erwartungsgemäß, dass vor allem diese Objekte mit der Einhaltung der geforderten Reinigungsleistung Probleme haben können.

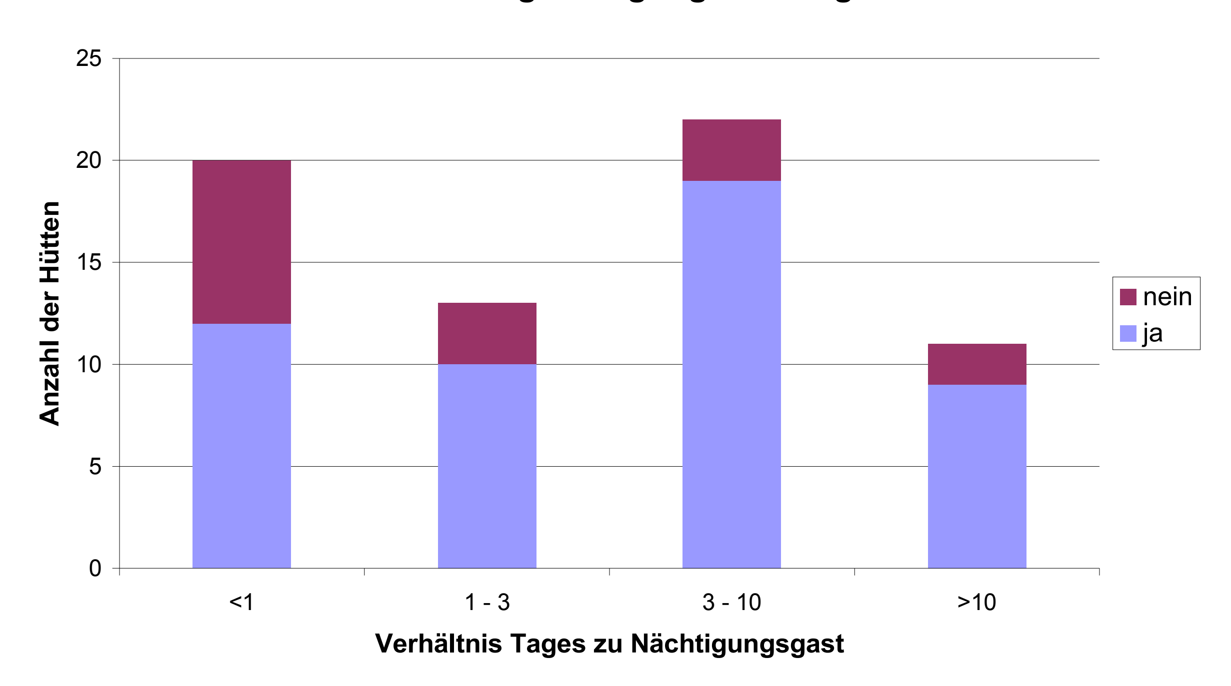


Abbildung 159: Anzahl der Schutzhütten mit Einhaltung bzw. Nichteinhaltung der Reinigungsleistung (eigene Beprobung) gruppiert nach dem Verhältnis Tages- zu Nächtigungsgast [58]

Empfehlungen – Stoßbelastungen

- Bei Stoßbelastungen sind unempfindliche ARA-Systeme mit Pufferkapazitäten vorzusehen (z.B. Pflanzenanlagen)
- Eventuell sind Pufferkapazitäten zusätzlich vorzusehen (Fertig- und Kompaktanlagen) – gilt für die Wasserversorgung und die Abwasserentsorgung
- Um das Überschreiten der Energieversorgungskapazität zu verhindern, ist ein Lastmanagement (lastabhängige Abstimmung der Verbraucher) in Kombination mit energieeffizienten Verbrauchern sinnvoll (Stichwort Energiekonzept)
- Energieversorgungsanlagen so auslegen, dass die höchste Stromerzeugung mit dem höchsten Bedarf korreliert (z.B. viel Solarstrom bei hohem Besucheransturm an sonnigen Tagen zur Mittagszeit).
- Überdimensionierung der Energieversorgungsanlage vermeiden; Lastspitzen können über Wechselrichterleistung mit Energiereserven aus Batterien abgedeckt werden.

- Die Auslastung ist ein wesentlicher Einflussparameter für die Leistung der Anlagen und sowohl bei Planung und Überprüfung stärker zu berücksichtigen. Systeme müssen Schwankungen überbrücken können, aber auch bei geringer Grundbelastung entsprechend funktionieren.

4.2.3.2 Spezielle Betriebsformen

Problem – Kursbetrieb

Bei Hütten mit Kursbetrieb sind die Gäste lange auf der Hütte anwesend, die Selbstmitnahme von Abfällen funktioniert hier nicht. An Abfall fällt an, was auf der Hütte verkauft wird (1 Fall).

Empfehlung – Kursbetrieb

- Die Abfallreduktion ist hier eher über das Konsumationsangebot möglich.

Probleme – Winterbetrieb

Der Winterbetrieb stellt besondere Anforderungen an alle Systeme. In einem Fall wird speziell die schlechte Zugangsmöglichkeit zur Wartung der ARA im Winter bemängelt. Abbildung 160 zeigt die Verteilung der Objekte nach Saisonbetrieb (Winter, Sommer, Ganzjahr) sowie die Verteilung nach dem Verhältnis der Anzahl von durchschnittlichen Tages- zu Nächtigungsgästen. Aus der Abbildung zeigt sich, dass der Winterbetrieb für über 40% der Objekte von Bedeutung ist.

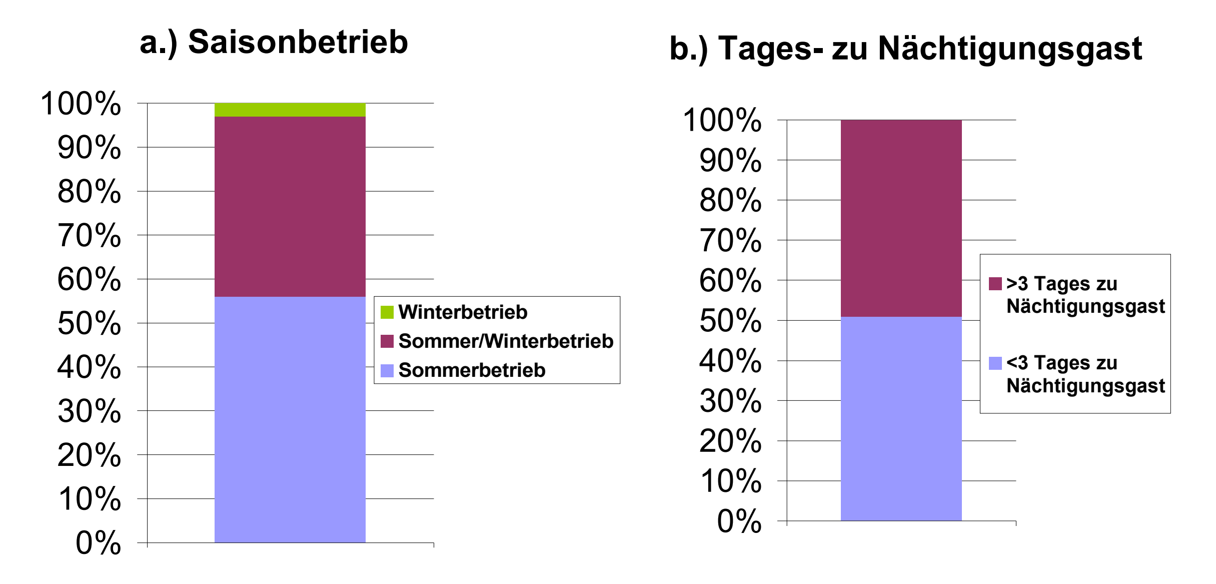


Abbildung 160: Anteil der Schutzhütten mit Sommer- bzw. Winterbetrieb (a) und Verhältnis Tages- zu Nächtigungsgast größer bzw. kleiner 3:1 (b) [58]

4.2.4 Transport

Probleme und Herausforderungen, die vorwiegend mit dem Einfluss des Transportweges zusammenhängen. Unter schwierigen Transportbedingungen geht es vor allem um die Reduktion der zu transportierenden Mengen, um den Aufwand und die Kosten dafür zu minimieren. Das betrifft sowohl die Ver- als auch die Entsorgung.

Bei schwierigem oder aufwendigem (Materialseilbahn) bzw. kostenintensivem Transportweg (Hubschrauber) wird besonders bei mittleren Größen (80-160 Gäste pro Tag) der Schutzhütten auf die Verringerung der Abfallmenge geachtet. Bei großen Objekten (>160 Gäste pro Tag) liegen für diese Aussage zu wenig Daten vor (Abbildung 161). Die Organisation der Mülltrennung und die Ausstattung mit Einrichtungen zur Volumenreduktion (z.B. Feststoffpressen) sind hier wichtige Punkte.

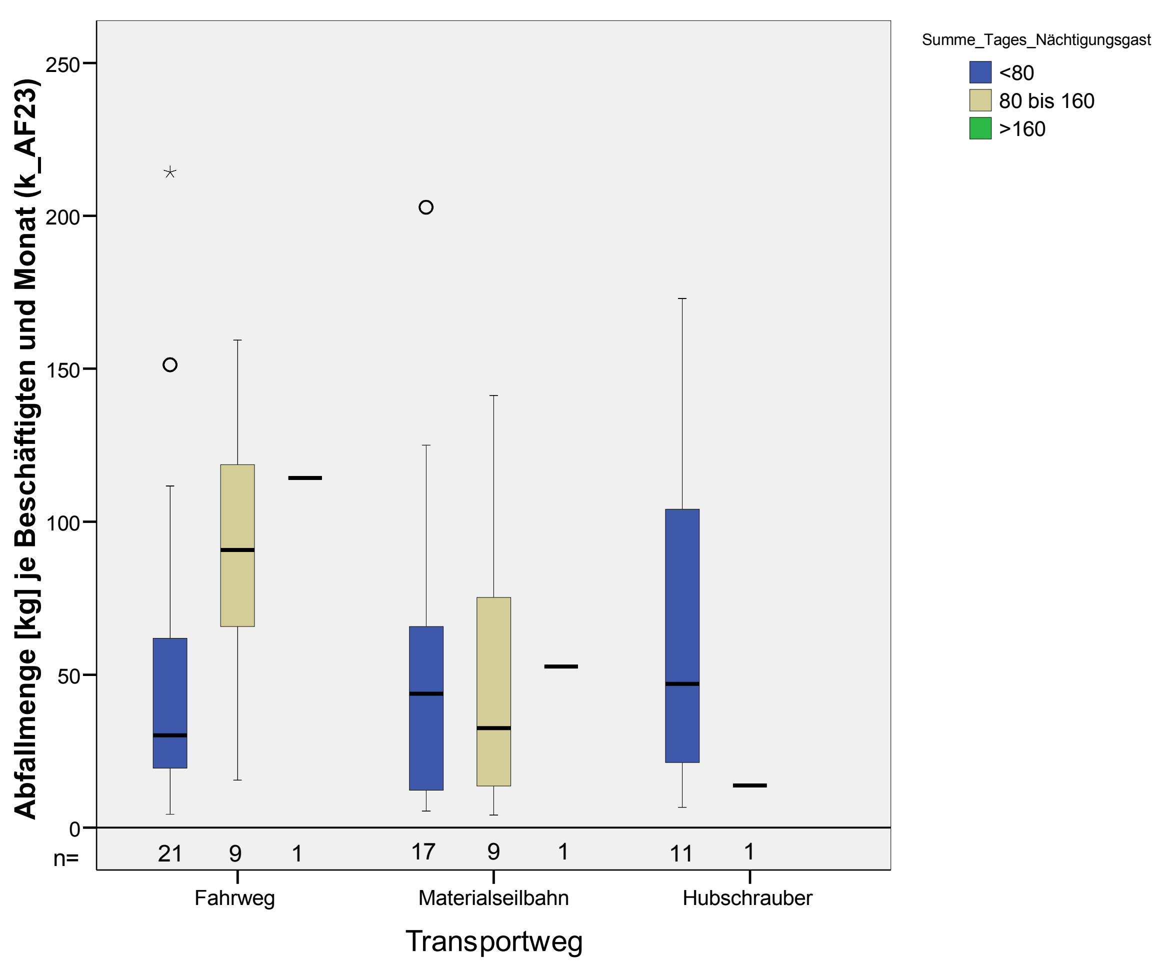


Abbildung 161: abtransportierte Gesamt-Abfallmenge nach Art des Transportweges gruppiert nach der Summe der Tages- und Nächtigungsgäste [58]

Insgesamt wird bei acht Objekten auf Probleme hingewiesen, die direkt mit der schwierigen Transportsituation zusammenhängen.

4.2.4.1 Transportmengen

Probleme – Transportmengen

In drei Fällen wird durch die Trinkwasserversorgung in Flaschen das Volumen sowohl beim Versorgungstransport als auch beim Abtransport des Abfalls (leere Flaschen) stark erhöht.

Wie in Abbildung 162 ersichtlich, führen sowohl Kompostierung und Verfütterung als auch Verbrennung von Abfall zu einer Verringerung der abtransportierten Abfallmengen. Eine Kompostierung ist empfehlenswert, sollte aber in abgedeckten Verschlägen durchgeführt werden (siehe Empfehlungen). Die Verfütterung an Wildtiere sowie das Verbrennen von Abfällen (Ausnahme: Papier und Pappe zum Anzünden) sind jedenfalls verboten und die Sektionen und Vereine aufgerufen, hier auf die Hüttenwirte einzuwirken.

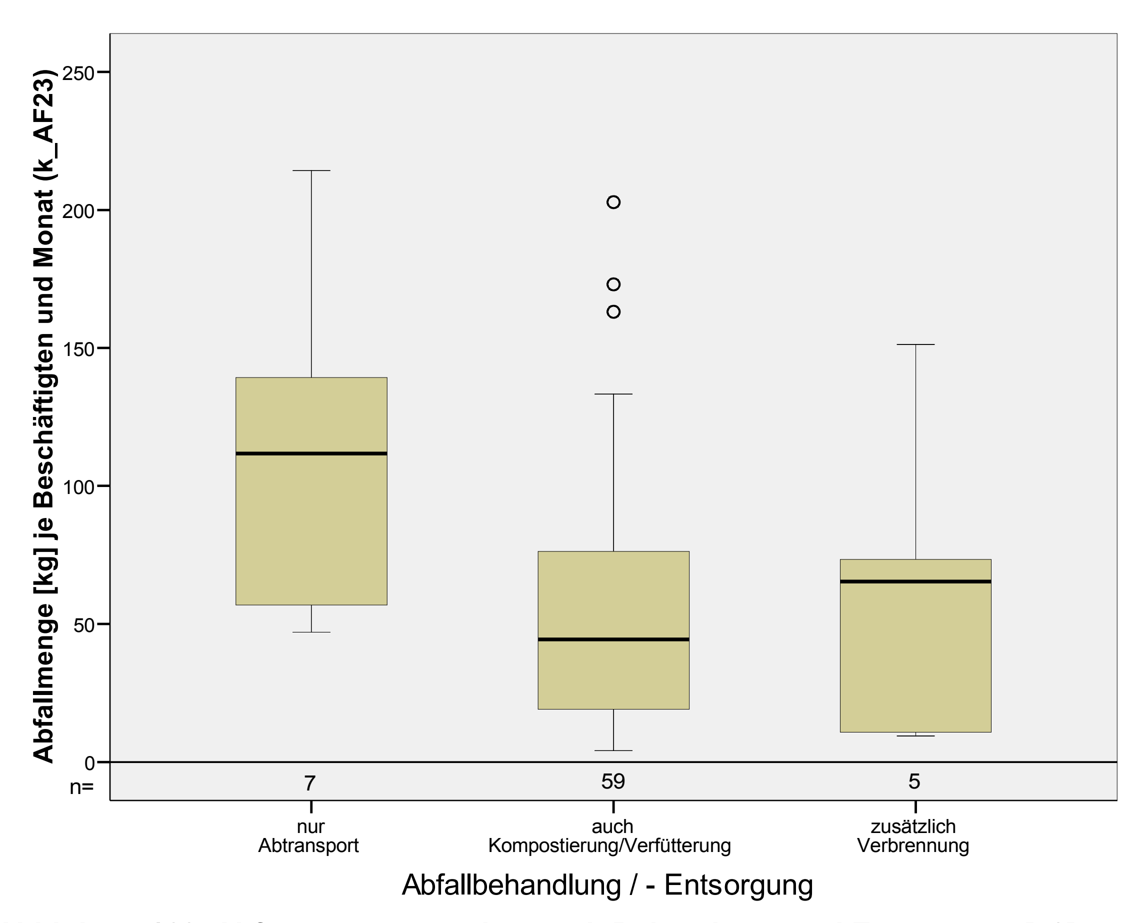


Abbildung 162: Abfallmenge gruppiert nach Behandlung und Entsorgung [58]

Es sind alle Möglichkeiten zur Verminderung des Anfalls von abzutransportierenden Reststoffen zu ergreifen, aber auch gleichzeitig die Funktionstüchtigkeit der Anlagen sicherzustellen. Oftmals werden wissentlich, aber auch unwissentlich illegale Entsorgungswege (Verfütterung, Verbrennung) ergriffen, die jedenfalls abgestellt werden müssen.

Empfehlungen – Transportmengen

- Klare Information der Hüttenwirte über rechtliche Grundlagen bzgl. Verbrennung/Verfütterung und über ordnungsgemäße Kompostierung.
- Konsequente Abfallvermeidung
- Geordnete Kompostierung in umschlossenen, abgedeckten Behältnissen.
- Bei Energieträgern mit hohem Transportaufwand (z.B. Brennholz, Flüssiggas in Flaschen) sind Alternativen (z.B. Holzpellets, Pflanzenöl) vorzuziehen. Auf eine maximale Ausnützung des eingesetzten Brennstoffs durch die Anlagen (hoher Gesamtwirkungsgrad) ist zu achten, um eine Reduktion des Betriebsmittelbedarfs zu erreichen.
- Der Transport und die Lagerung von wassergefährdenden Brennstoffen sollte unbedingt vermieden werden (Benzin – Wassergefährdungsklasse 3; Diesel und Heizöl – Klasse 2; Biodiesel Klasse 1). Als Alternative kann vor allem Pflanzenöl, Holz und Flüssiggas empfohlen werden.

4.2.4.2 Klärschlamm

Probleme – Transport Klärschlamm

Nicht nur der Hubschraubertransport stellt besonders schwierige und kostenintensive Transportverhältnisse dar, es können auch schlechte Wegzustände erschwerend und gefährlich sein. In drei Fällen wird das als Grund für eine besondere Erschwernis bei der Verbringung des Klärschlamms ins Tal genannt und auf die Notwendigkeit einer Alternative dazu (lokale Behandlung und Ausbringung) hingewiesen. In einem Fall wird die unzureichende Funktion der Filtersackanlage für den erhöhten Aufwand verantwortlich gemacht. Die Hantierung mit fäkalen Reststoffen bringt i. a. Unzufriedenheit des Hüttenbetreibers und gleichzeitig hohe Kosten beim Transport.

Die abtransportierte Schlammmenge (Abbildung 163) nimmt in Abhängigkeit des Transportweges und gruppiert nach EW_{60}-Werten bei schwierigem und kostenintensivem Transport (Materialseilbahn bzw. Hubschrauber) stark ab, wobei die Unterschiede zwischen Hubschrauber und Materialseilbahn aufgrund der beschränkten Datenanzahl nicht klar ersichtlich sind.

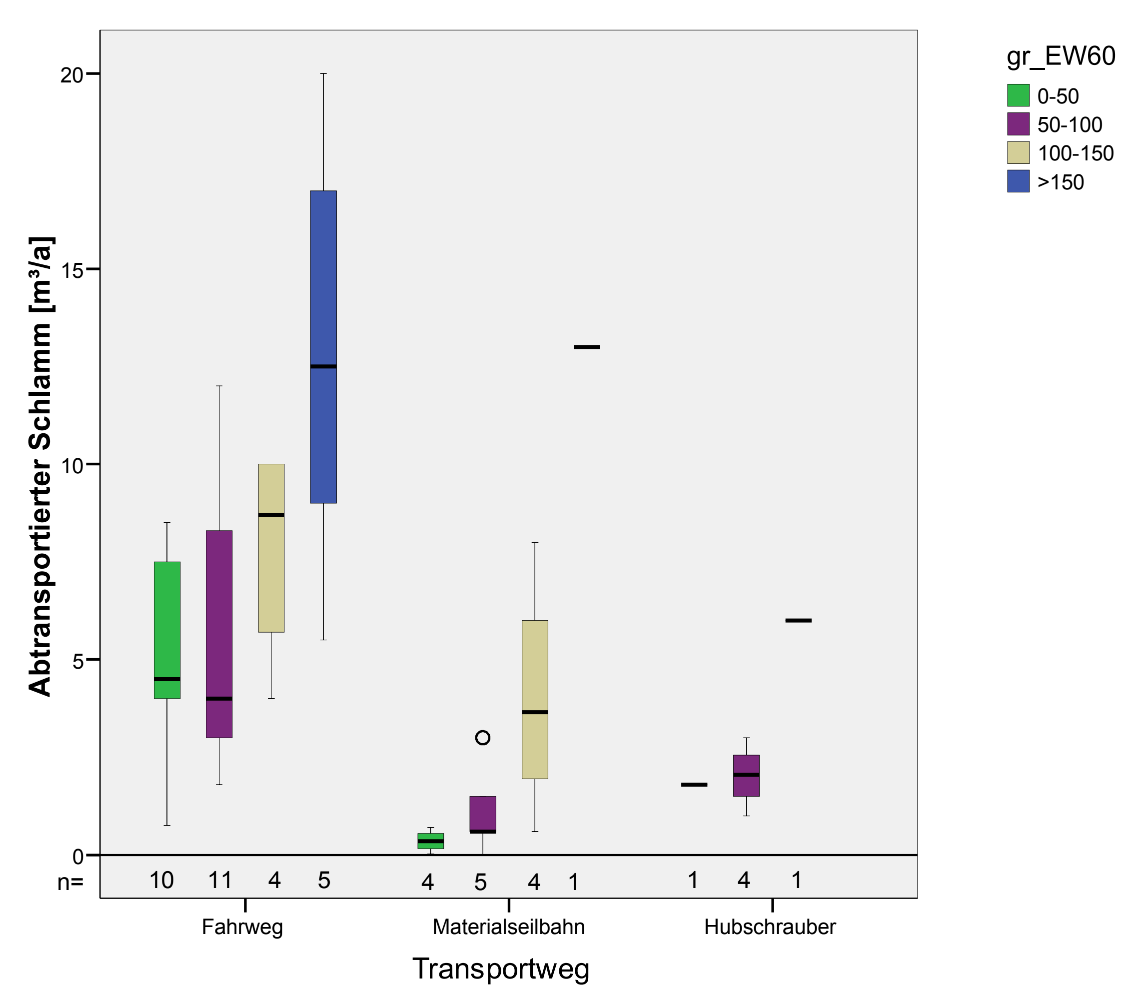


Abbildung 163: Abtransportierte Schlammmenge nach Transportweg und gruppiert nach Bemessungsgröße (EW_{60}) [58]

Empfehlungen – Transport Klärschlamm

- Klare Information der Hüttenwirte über rechtliche Grundlagen bzgl. ordnungsgemäße Behandlung und Ausbringung.
- Effektive Volumenverminderung durch funktionierende Vererdung / Kompostierung
- Überprüfen, ob gesetzeskonforme Ausbringung vor Ort möglich wäre.

4.2.5 Allgemeines

Im folgenden Kapitel werden allgemein gültige Probleme und Herausforderungen, die nicht auf besondere Rahmenbedingungen zurückzuführen sind und somit für alle Objekte von Interesse sind, behandelt. In Abbildung 164 sind die meistgenannten Problembereiche nach Häufigkeit zusammengefasst und werden im Folgenden im Detail beschrieben.

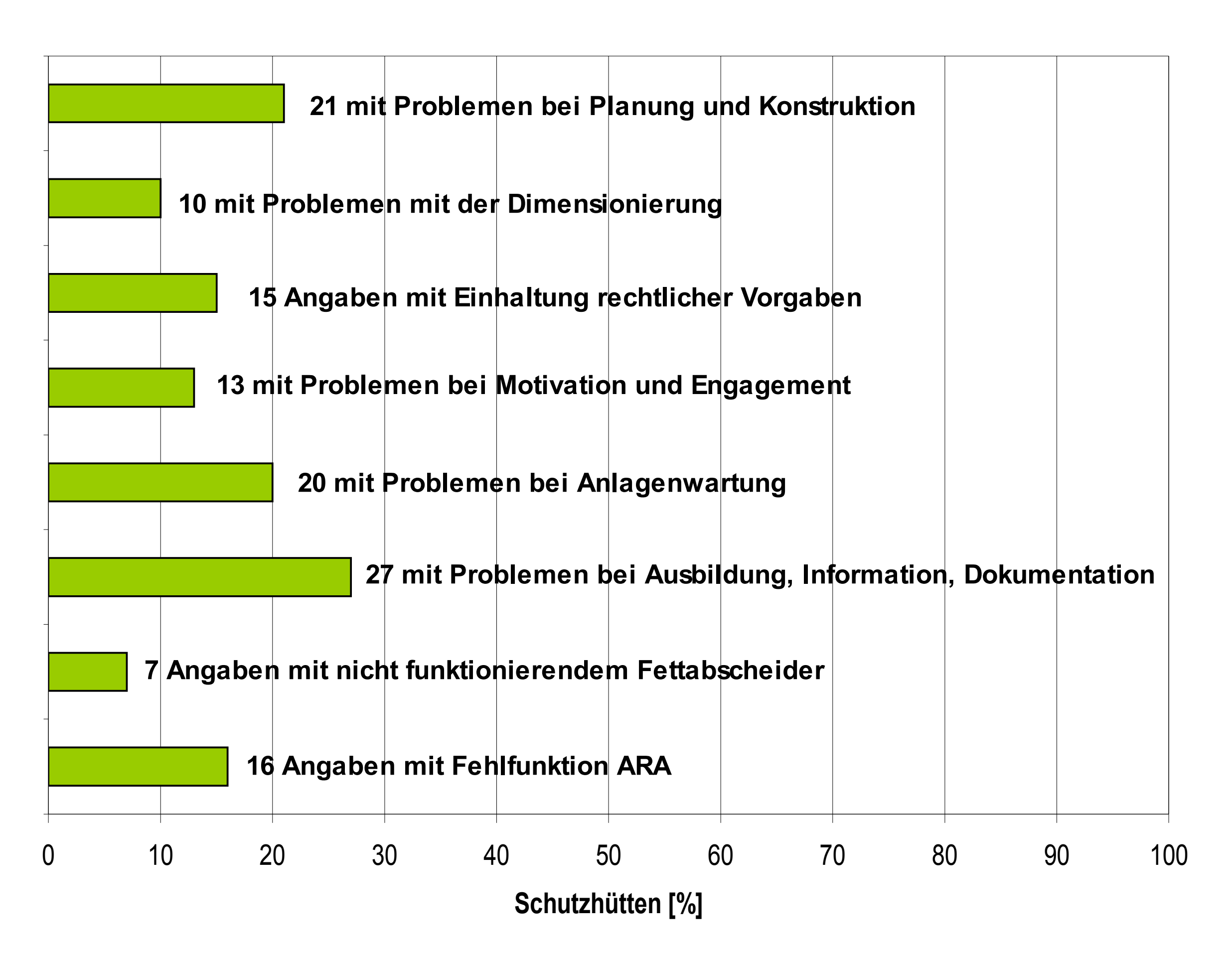


Abbildung 164: Anzahl der Nennungen nach allgemeinen Problembereichen [58]

Probleme – Abfallentsorgung

Wenig durchdachte Konzepte, geringe Kenntnis der technischen und organisatorischen Möglichkeiten sowie der gesetzlichen Vorgaben führen dazu, dass oft unerwünschte Entsorgungswege gewählt werden.

Empfehlungen –-Abfallentsorgung

- Einbeziehung der Abfallentsorgung in die integrale Planung
- Regelmäßige Information der Hüttenwirte über Möglichkeiten und Neuerungen auf dem Gebiet der Abfallentsorgung

Problem – Installation der Energieversorgung

Fehlfunktionen und hoher Verbrauch aufgrund fachlicher Unwissenheit und fehlender Kontrolle der durchführenden Gewerke (Abnahme)

Empfehlungen – Installation der Energieversorgung

- Checklisten erstellen, um zu vermeiden dass Wichtiges vergessen wird.
- Mindeststandard für Anzeigeelemente festlegen.
- Typische Fehler und schlechte Lösungen, aber auch gute Lösungsbeispiele aufzeigen.

Probleme – Information, Ausbildung, Dokumentation und Kommunikation

Als Grundlage eines erfolgreichen Anlagenbetriebs gilt neben der Planung eine entsprechende Betriebsführung und Wartung der vorhandenen Infrastruktur. Bei 27 Objekten sind Mängel beim Informationsstand des Hüttenbetreibers, dessen technischer Ausbildung bzw. bei der Dokumentation der vorhandenen Anlagen berichtet worden. Wenn der Wirt die Funktionsweise der vorhandenen Anlagen nicht kennt, kann er die ihm übertragenen Wartungstätigkeiten auch nicht entsprechend wahrnehmen (10 Angaben). Weitere wichtige Folgen des Informationsdefizits sind die Unzufriedenheit des Wirts mit der Wartung (4 Angaben) oder unzulässige Praktiken (1 Angabe). Dafür gibt es unterschiedliche Gründe. Diese umfassen unzureichende Einschulung (1 Angabe) aber vor allem fehlende Dokumentation (9 Angaben). Diese Punkte treffen vor allem auf die komplexen Systeme der Energieversorgung und der Abwasserversorgung zu, gelten aber auch für die Trinkwasserversorgung, wenn

entsprechende Aufbereitungsanlagen vorhanden sind. Oft fehlen auch grundlegende Informationen wie z.B. die Lage von Außenanlagen (1 Angabe). Informationen über die Wasserqualität liegen in 6 Fällen nicht vor. Das Fehlen von Wasserzählern als Kontroll- und Planungsgrundlage ist ein grundlegendes Problem, das bei vielen Objekten auftritt. Es wird hier als Problem in einem Fall genannt. Als weitere Aspekte werden in zwei Fällen Verständigungsprobleme des Wirts einerseits mit der Sektion (1 Angabe) und andererseits mit der Behörde (1 Angabe) als Grund für Probleme im Betrieb, aber auch bei der Abstimmung von technischen Lösungen genannt. Bei 62 Objekten gab es keine Auskunft über die Investitionskosten im Bereich Energie. Dokumentation erleichtert die Arbeit bei zukünftigen Erweiterungen, Erneuerungen und dient als Grundlage für Verbesserungen.

Empfehlungen – Information, Ausbildungen und Dokumentation:

- Dokumentation der Lage und der Funktionsweise aller Ver- und Entsorgungsanlagen muss in verständlicher Form auf der Hütte aufliegen (Betriebshandbuch). Darin müssen auch alle notwendigen Wartungstätigkeiten klar beschrieben sein.
- Die Einschulung muss in entsprechender Form durch Fachpersonal erfolgen.
- Trotz Fremdwartung muss der Wirt über die Anlagen Bescheid wissen, um in Notsituationen entsprechend handeln zu können.
- Ausbildung des Betreibers (Kleinkläranlagenkurse, ev. systemübergreifende Ausbildung für Hüttenwirte und -warte auch im Bereich Energieversorgung und Abfallentsorgung etc.) fördern.
- Dokumentation der Eigen- und Fremdüberwachung ist sowohl für die Trinkwasserversorgung als auch für die Abwasserentsorgung zur Sicherstellung des hygienischen Betriebs und zur Minimierung von Umwelteinflüssen erforderlich.
- Förderung der Kommunikation zwischen Sektion und Wirt durch regelmäßigen Austausch, Unterstützung und klare Regelung der Zuständigkeit. Frühzeitige Einbindung der Behörden mit dem Ziel von verhältnismäßigen Lösungen
- Regelmäßige (jährliche) Beurteilung der gesamten Energieversorgungsanlage durch Fachpersonal mit Dokumentation der aktuellen Situation und der Entwicklung der Anlage sowie mit Vorschlägen zur Optimierung des

Anlagenbetriebs; Diskussion der Ergebnisse mit Hüttenwirt und Hütteneigentümer sowie eventuell Informationsweitergabe an interessierte Förderstellen oder Zentralvereine

4.2.5.1 Funktionsfähigkeit der Abwasserreinigung

Aus den Erhebungen zeigt sich, dass die Funktionsfähigkeit der Abwasserreinigung bei 16 Objekten aus verschiedenen Gründen nicht voll gegeben ist und dadurch die Reinigungsleistung beeinträchtigt werden kann. Die Angaben beziehen sich auf technische Funktionsfähigkeit, unzulässige Eingriffe in den Anlagenbetrieb und Beschädigungen.

Probleme – Technische Funktionsfähigkeit (12 Angaben)

Bei 10 Objekten wird die Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit der ARA durch technische Fehlfunktionen von Anlagenteilen berichtet. Beispiele dafür sind nicht funktionierende Beschickungsanlagen (2 Angaben) oder eine falsche Einstellung der Anlagensteuerung (1 Fall). In 4 Fällen führt die Korrosion im ARA-Bereich zu Fehlfunktionen von Anlagenteilen wie z.B. Steuerung (2 Angaben) oder Heizung (2 Angaben). In zwei weiteren Fällen kommt es durch die Beschädigung von Außenanlagenteilen durch z.B. Weidevieh zu Störungen wie z.B. Fremdwasserzutritt.

Empfehlungen – Technische Funktionsfähigkeit

- Anlagen für Schwallbeschickung so einfach wie möglich ausführen (Wippe oder Siphon statt Pumpe)
- Einstellung der Anlagensteuerung (SBR) regelmäßig kontrollieren
- Steuerungen in separatem, abgeschlossenen Raum vorsehen, um sie vor aggressiver Atmosphäre in der ARA zu schützen.
- Außenanlagen regeln. kontrollieren und Einzäunungen vorsehen.

Probleme – Eingriffe in den Anlagenbetrieb (4 Angaben)

Eigenmächtige Überbrückung von Anlagenteilen, Umbauten oder Außerbetriebnahme von Anlagenteilen wird in 4 Fällen als Grund für die unzureichende Funktion der ARA genannt.

Empfehlung – Eingriffe in den Anlagenbetrieb

- Durch Ausbildung und Information den Wirt von eigenmächtigen Änderungen abhalten, Fremdwartung; Umbauten und Änderungen nur mit professioneller Hilfe ausführen. Regelmäßige Kontrolle der Anlagenfunktion durch die Sektion. Kommunikation Sektion – Wirt ständig aufrechterhalten.

Probleme – Fettabscheider (7 Angaben)

Aufgrund der häufigen Nennung (7 Angaben) von nicht funktionierenden Fettabscheidern muss ausdrücklich auf die Bedeutung dieses Anlagenteils für die Abwasserreinigung hingewiesen werden. Ein Abtrieb von Fetten beeinträchtigt die nachfolgenden Stufen wesentlich.

Empfehlungen – Fettabscheider

- Regelmäßige Kontrolle des Funktionszustandes und Wartung (Entleerung)
- Neben der abgestimmten Auswahl technischer Komponenten nach dem Stand der Technik muss ebenso die Organisation von Betrieb und Wartung als auch die Vorgangsweise für die Behebung von Fehlfunktionen und Unzulänglichkeiten in die langfristige Planung miteinbezogen werden.

4.2.5.2 Betrieb und Wartung – Motivation

Probleme – Anlagenwartung

Auch einwandfrei geplante und gut abgestimmte Systeme können nur mit entsprechender Wartung die Anforderungen stabil und langfristig erfüllen. Das gilt für alle Systeme und unterschiedlichen Ausführungen der Ver- und Entsorgungssysteme auf Berg- und Schutzhütten. Bei 20 Objekten wird von Problemen berichtet, die nicht auf die unzureichende Information oder Ausbildung des Betreibers zurückzuführen sind. Das kann mit der wartungsunfreundlichen Gestaltung von Anlagen zusammenhängen (schlechte Zugänglichkeit und Hantierung; 11 Angaben). Ohne Angabe von Gründen wird in 4 Fällen der Wartungszustand als mangelhaft beschrieben. Die genannten Punkte betreffen vorwiegend die Anlagenteile der Abwasserbeseitigung (Fettabscheider, Filtersäcke und Vorreinigung) und auch die Aufstellung von Akkus und die Bedienmöglichkeiten von Energieerzeugern.

Empfehlungen – Anlagenwartung

- Wartungsfreundlichkeit ist ein zentraler Punkt bei der Planung: Aufwendige und unangenehme Wartungstätigkeiten werden vernachlässigt. Zugänglichkeit und Handling sind die entscheidenden Punkte.

Probleme – Motivation und Engagement

Die Motivation zur Wartung und Instandhaltung der Anlagen ist ein weiterer wichtiger Punkt zur Sicherstellung des Anlagenbetriebs. Neben technischen Faktoren wie Wartbarkeit und Handling, die bereits oben behandelt wurden, spielen auch noch das Verhältnis zur Sektion und das allgemeine Verständnis für Technik und Umwelt eine Rolle. Bei insgesamt 13 Objekten werden diesbezüglich Unzulänglichkeiten angesprochen. In vier Fällen wird die mangelnde Wartung auf die geringe Motivation zurückgeführt, in weiteren vier Fällen war das fehlende Bewusstsein des Wirts für die Notwendigkeit der Reinigung der Abwässer offensichtlich. Im umgekehrten Fall zeigt sich, dass bei engagierten Hüttenwirten auch unter schwierigen Voraussetzungen

sehr gute Betriebsergebnisse erzielt und technische Mängel durch die entsprechende Betriebsführung (z.B. angepasste Nutzung der elektrischen Energie) kompensiert werden können (1 Angabe). Es zeigt sich also, dass die Optimierung der technischen Lösungen nur ein Beitrag zur Sicherstellung des Schutzhüttenbetriebs ist und dass vielmehr die Motivation und das Engagement des Wirtes zusammen mit dem entsprechenden Wissen und der Unterstützung von Fachleuten innerhalb und außerhalb der Sektion letztendlich den Ausschlag geben.

Empfehlungen – Motivation und Engagement

- Maßnahmen zur Erhöhung der Motivation und des Verständnisses der Umweltrelevanz können die Förderung von Weiterbildungsmaßnahmen, eine Verbesserung der Kommunikation mit der Sektion und die Teilnahme an Fachveranstaltungen sein.
- Die Motivation des Betreibers stellt neben dem technischen Verständnis die Grundlage für entsprechende Wartung und Betrieb dar. Sie wird durch viele Faktoren beeinflusst.
- Behördliche Vorgaben sollten transparent und nachvollziehbar gemacht werden; eine einheitliche Vorgangsweise unter vergleichbaren Rahmenbedingungen würde sowohl zu einer Verbesserung der Motivation der Betreiber als auch zu einer Erleichterung für Sektionen und Planer führen.

Problem – Anlagenoptimierung/Adaptierung und Monitoring

Nach der Installation läuft die Anlage nicht optimal.

Empfehlungen – Anlagenoptimierung/Adaptierung und Monitoring

- Fachliche Begleitung und Optimierung während des Betriebes kann die Qualität der Energieversorgung verbessern. Durch Messungen im Rahmen einer Anlagenabnahme sollte die Qualität der Versorgung geprüft werden.

4.2.5.3 Rechtliche Vorgaben

Die rechtlichen Vorgaben hinsichtlich der Anforderungen an den Bau und Betrieb von Ver- und Entsorgungsanlagen beeinflusst den Betrieb auf Schutzhütten wesentlich. Besonders die Vorgaben hinsichtlich Reststoffbehandlung und Entsorgung sind von großer Bedeutung. Die Vorschriften sind national, aber auch oft auf Länderebene und von Laien, schwer zu überblicken. Aus der Erhebung zeigen sich auch in diesem Zusammenhang häufig Probleme (15 Angaben). In 6 Fällen sind die Vorgaben zur Handhabung des anfallenden Klärschlamms nicht klar und die praktizierte Vorgehensweise der lokalen Ausbringung scheint daher fraglich. In anderen Fällen erscheinen ebenfalls die Kompostierung von Fäkalien bzw. die Ausbringung von schlecht umgesetztem Material zweifelhaft (4 Angaben). Die direkte Ausbringung von Primärschlamm ist jedenfalls unzulässig (3 Angaben). Unterschiedliche behördliche Vorgaben für Objekte unter ähnlichen Bedingungen sind manchmal nicht nachvollziehbar und erzeugen Unmut oder werden sogar als Schikane empfunden (2 Angaben).

4.2.5.4 Planung und Errichtung

Probleme – Dimensionierung

Die Dimensionierung der Ver- und Entsorgungsanlagen stellt eine Herausforderung für die Planer dar, da der Bedarf von Energie und Wasser und damit auch der Anfall von Abwässern und Reststoffen wesentlich von der Ausstattung und dem Angebot (Sanitäranlagen, Speisen) auf Schutzhütten abhängt. Weiters kann es im Laufe der Zeit zu Veränderungen in der Frequentierung kommen, wodurch die bestehenden Kapazitäten überfordert oder auch unterfordert werden können. Ebenso kann die (offizielle oder inoffizielle) Erweiterung der Lagerkapazität zu einer Überlastung der Systeme führen. Auf der anderen Seite bringen zu hohe Kapazitäten Mehrverbrauch an Energie mit sich bzw. sie können beim Trinkwasser zu hygienischen Problemen führen. Bei 10 Objekten wurde von Problemen in diesem Bereich berichtet. Bei der Abwasserreinigung werden im Bereich der Vorreinigung sowohl Überdimensionierung, verbunden mit niedrigen Abwassertemperaturen durch lange Aufenthaltszeit (1 Angabe), als auch Unterdimensionierung mit dem Effekt der

Überlastung von Tropfkörpern (4 Angaben) oder Faulung in der Schönungsstufe (1 Angabe) angegeben. Ein weiterer Aspekt von zu gering dimensionierten Vorklärungen ist ein erhöhter Wartungsaufwand (2 Angaben; z.B. manuelles Rückschöpfen). Für Einrichtungen zur Feststoffbehandlung und Manipulation ist ausreichend Platz erforderlich (1 Angabe). Gerade bei der Wasserversorgung wird die ausreichende Dimensionierung immer wichtiger (Stichwort Klimawandel). In zwei Fällen entspricht die bestehende Anlage mit Fassung, Speicherung und Aufbereitung nicht mehr dem herrschenden Bedarf, obwohl die notwendigen Ressourcen vorhanden wären.

Empfehlungen – Dimensionierung

- Bei der Dimensionierung ist, wie auch in den einschlägigen Normen verankert, eine ausreichende Information über den tatsächlichen Wasserverbrauch (Wasserzähler) wichtig.
- Wasserzähler und Stromzähler sind aber auch im laufenden Betrieb eine gute Möglichkeit zur Kontrolle der Effizienz von Sparmaßnahmen und liefern wichtige Informationen für zukünftige Planungen.

Probleme – Planung und Konstruktion

Bei 21 Objekten werden Planungs- und Konstruktionsmängel angeführt, die zu Problemen in der Betriebsführung führen können. Dabei handelt es sich um Probleme, die einerseits mit der Planung und andererseits mit Details der Anlagenkonstruktion zusammenhängen. In zwei Fällen wurde keine ausreichende Notversorgung mit Energie vorgesehen, ein Umstand der in Anbetracht der Einflüsse des Klimawandels, bei Versorgung durch Wasserkraft, zunehmend Objekte betreffen wird. In fünf Fällen ist keine entsprechende biologische Reinigung nach dem Stand der Technik vorhanden, ein Punkt der eher die zukünftigen Planungen betrifft und nicht außer Acht gelassen werden kann. In diesem Zusammenhang sollen aber auch bei Umbauten und Renovierungen Vorkehrungen für zukünftige Einbauten im Zuge der Errichtung und Änderung von Ver- und Entsorgungsanlagen eingeplant werden (2 Angaben). Die Informationen zu Konstruktionsmängeln beziehen sich einerseits auf die Rezirkulation (Tropfkörper – unzureichend ausgeführt oder nicht

funktionsfähig, 6 Angaben) bei der biologischen Abwasserreinigung, aber auch auf konstruktive Gestaltung von Wartungseinrichtungen wie z.B. die Entleerung bei Trockenklos und die Entnahme von Filtersäcken (3 Angaben, siehe auch Punkt 'Anlagenwartbarkeit'). Weiters kann noch die Anordnung von Komponenten ein Grund für die suboptimale Funktion des Gesamtsystems sein. Beispiele dafür sind die ungünstige Anordnung von Sieben und Grundablässen oder die zu geringe Dimensionierung von Leitungen mit Verstopfungsneigung (2 Angaben). Oft lassen sich solche Probleme durch geringe Anpassungen beheben, unfachgerechte Eingriffe können aber die Funktion noch weiter verschlechtern.

Empfehlungen – Planung und Konstruktion

- Bei der Planung von Änderungen und Erweiterungen der Energieversorgung ist immer auch die Notversorgung (Redundantes Versorgungskonzept) sicherzustellen. Um zukünftige Versorgungsengpässe zu vermeiden, sind mögliche Einflüsse wie absehbare Veränderungen der Verfügbarkeit von Wasserkraft bereits frühzeitig in die Planung einzubeziehen (Energiekonzept, Ver- und Entsorgungskonzept).
- Bei Neuplanungen sowie der Durchführung von Umbau- und Renovierungsmaßnahmen sind Vorkehrungen zur Erleichterung von zukünftigen Anlagenadaptierungen bereits vorausschauend zu beachten (z.B. Leitungskanäle, modularer Aufbau der Anlagen etc.).
- Sollten Änderungen von Anordnungen oder konstruktive Änderungen notwendig sein, fachkundige Hilfe in Anspruch nehmen.

4.2.5.5 Umweltauswirkungen

Die Verwendung von fossilen Brennstoffen als Energieträger in den sensiblen Alpinbereichen bringt ein gewisses Maß an Umweltgefährdung mit sich. Transport und Lagerung können bei unsachgemäßer Durchführung zur Kontamination im Umgebungsbereich der Hütte führen. In sensiblen Karstbereichen ist hier besondere Vorsicht geboten.

Probleme – Umweltauswirkungen

In einem Fall wurde auf die Gefährdung durch die Lagerung, in zwei weiteren Fällen auf die Gefährdung durch den Transport von Diesel und Heizöl hingewiesen. Aber auch die direkten Einwirkungen auf die Umgebung durch Lärm und Abgase fielen den Erhebern auf.

Empfehlungen – Umweltauswirkungen (E35)

- Verwendung von wassergefährdenden Stoffen weitgehend vermeiden und entsprechende Sicherheitsvorkehrungen bei Transport und Betrieb berücksichtigen
- Fossile Energieträger durch erneuerbare Energien und biogene Brennstoffe (Pflanzenöl, Holz) soweit wie möglich ersetzen
- Fachgerechte Aufstellung von Aggregaten

5 Allgemeines Ablaufschema Planung und Errichtung

In diesem Kapitel wird der prinzipielle Projektablauf der Planung und Errichtung einer Ver- bzw. Entsorgungsanlage auf einer Berg- und Schutzhütte skizziert und es werden die Projektphasen kurz beschrieben. Die in der Regel an der Projektphase beteiligten Personen und die daraus zu erwartenden Ergebnisse werden dargestellt.

Projektphase 1: Projektdefinition

Beschreibung: Zu Beginn werden die Ziele festgelegt und die für die Umsetzung verantwortlichen Personen ausgewählt. Die Einbindung eines erfahrenen Planers wird empfohlen.

Beteiligte: Auftraggeber, Nutzer, Fachplaner, Förderstelle(n), zuständige Behörde

Ergebnis:
- namentliche Benennung von Verantwortlichen
- Festlegung von Budget und möglichem Zeithorizont
- Abschluss eines Werkvertrages mit dem Planer

Projektphase 2: Grundlagenermittlung

Beschreibung: In dieser Phase werden die für die Planung des jeweiligen Ver- bzw. Entsorgungssystems notwendigen Kenngrößen ermittelt. Insbesondere ist bei der Grundlagenermittlung auf eine gesamtheitliche, integrale Betrachtung aller relevanten Ver- und Entsorgungsbereiche zu achten..

Grundlagenermittlung zur Planung einer Energieversorgungsanlage:

- Analyse des vorhandenen Energieversorgungssystems
- Entwicklungsvision der Hütte (wie sieht die Hütte in 10 Jahren aus hinsichtlich Gastronomiekonzept, Vermarktungsstrategie, Hüttengröße, Ausstattung, Hüttenbetrieb)
- geplante Entwicklung des Energiebedarfs

- Abschätzen des Energieeinsparungspotentials
- Struktur und zeitlicher Verlauf des zukünftigen Strombedarfs
- Warmwasserbedarf
- Heizwärmebedarf
- Abschätzen des Nutzungspotenzials aller alternativen Energieversorgungstechniken (Kleinklima, Geologie)
- Analyse des Transports und der Lagerung der Energieträger
- Klärung behördlicher Vorgaben
- Abklärung möglicher Förderungen
- Erstellen eines bedarfsorientierten Energieausweises bei Ganzjahreshütten

Grundlagenermittlung zur Planung einer Wasserversorgungsanlage:

- Ermittlung des Wasserbedarfs
- Art der möglichen Wasserfassung
- Qualität und Quantität und Schutzmöglichkeit des Wasserdargebots
- Klärung der behördlichen Anforderungen
- Abklärung möglicher Förderungen

Grundlagenermittlung zur Planung einer Abwasserreinigungsanlage:

- Abwasseranfall der Hütte bzw. Wasserverbrauch
- Abwasserzusammensetzung (Probenahme)
- Wasserbeschaffenheit (pH-Wert, Temperatur etc.)
- Klärung der behördlichen Anforderungen
- Abklärung möglicher Förderungen

Grundlagenermittlung zur Planung einer Abfallentsorgungsanlage:

- Menge und Art des anfallenden Abfalls
- Abfallvermeidungspotenzial
- Abfallbehandlungsmöglichkeiten
- Abtransportmöglichkeiten

Die erforderlichen Energie- und Wasser- sowie die anfallenden Abwasser- und Abfallmengen sind jedenfalls durch Messungen zu ermitteln. Der Messzeitraum sollte

sich mindestens über eine Betriebssaison erstrecken. Längerfristige Aufzeichnungen erleichtern die Grundlagenermittlung, da etwaige Unwägbarkeiten (jahres- bzw. wetterbedingte Unterschiede) weitgehend ausgeschaltet werden können.

Beteiligte: Auftraggeber, Nutzer, Fachplaner

Ergebnis: Grundlage für die Vorplanung der Anlage, Variantenvergleich und Kostenrechnung

Projektphase 3: Vorplanung – Entwurf

Beschreibung: In dieser Phase werden ein Planungskonzept erarbeitet und alternative Lösungsmöglichkeiten untersucht. Im Variantenvergleich, unter Betrachtung der spezifischen Anlagenkosten, wird das optimale System ermittelt. Ist das Projekt genehmigungspflichtig, ist bereits in dieser Phase die Kontaktaufnahme mit den zuständigen Behörden zu empfehlen. Variantenuntersuchungen sind Bedingung für die Zuerkennung einer Förderung im Bereich von Maßnahmen der Siedlungswasserwirtschaft in Österreich (Landes- und Bundesförderung - KPC).

Beteiligte: Auftraggeber, Nutzer, Fachplaner, Behörden, Förderstelle(n)

Ergebnis:
- Entscheidung für eine Systemvariante
- Planungskonzept und Systembeschreibung
- Kostenschätzung für Investitions-, Reinvestitions- und Betriebskosten
- Anlagenplan
- Vorverhandlung mit den Behörden

Projektphase 4: Detailplanung

Beschreibung: Hier erfolgt eine detaillierte Ausarbeitung der gewählten Systemvariante. Sofern notwendig, wird das Projekt bei den zuständigen Behörden eingereicht. Die behördlichen Vorgaben und

rechtlichen Vorschriften werden dann eingearbeitet. Es erfolgt eine Abstimmung der Detailplanung mit allen Beteiligten.

Beteiligte: Auftraggeber, Nutzer, Fachplaner, Behörden, Förderstelle(n)

Ergebnis: Genehmigtes Einreichprojekt, Grundlage für die Ausschreibung und Ausführung der Bauleistungen

Projektphase 5: Auftragsvergabe

Beschreibung: Eine Leistungsausschreibung für die behördlich genehmigte Variante wird ausgearbeitet, Angebote werden eingeholt und bewertet. Anschließend werden die Leistungen vergeben. Dabei ist es empfehlenswert, auf Firmen mit Erfahrungen und Referenzen im Bereich der Ver- und Entsorgungsanlagen auf Schutzhütten zurückzugreifen.

Beteiligte: Auftraggeber, Nutzer, Fachplaner, Förderstelle(n)

Ergebnis:
- Leistungsbeschreibung aller Komponenten im Einheitspreissystem
- Erstellen eines Preisspiegels nach Teilleistungen zur Angebotswertung
- Verbindliche Vergabe der Bauleistungen

Projektphase 6: Projektüberwachung

Beschreibung: In dieser Phase wird die korrekte Ausführung der Planung in Übereinstimmung mit den Leistungsbeschreibungen, Ausführungsplänen und den behördlichen Vorgaben überwacht und mit dem Auftraggeber abgestimmt. Diese Phase endet mit der Inbetriebnahme und einvernehmlichen Übergabe der erbrachten Leistungen.

Beteiligte: Fachplaner, Auftraggeber, ausführende Firmen, Behörden, Förderstelle(n)

Ergebnis:
- Aufstellung eines Bauzeitplans und Kontrolle der Einhaltung
- Aufmaß der Massen

- fachtechnische Abnahme der Gewerke
- Inbetriebnahme und Dokumentation
- Einschulung des Betreibers
- Übergabe der technischen Dokumentation an den Eigentümer und Betreiber
- Übergabe von Betriebs- und Wartungsanleitungen
- Abrechnung der Baumaßnahme

Projektphase 7: Objektbetreuung

Beschreibung: Die Objektbetreuung beginnt nach Ende des eigentlichen Projekts. Diese Phase besteht zum einen aus der Betreuung der Anlagen durch den Betreiber und zum anderen aus einer Betreuung der Anlagen durch fachkundige Dritte, die mit dem Planer, Hersteller oder anderen fachkundigen Personen gesondert zu vereinbaren ist. Konkrete Hinweise und Empfehlungen zu der Objekt- bzw. Anlagenbetreuung durch den Betreiber können im Kapitel "Betrieb und Wartung" nachgelesen werden.

Die Objekt- bzw. Anlagenbetreuung durch einen fachkundigen Dritten erstreckt sich auf einen zu vereinbarenden Zeitraum nach dem Projektende. Bei Schwierigkeiten in Betrieb und Wartung kann dadurch die Hilfe durch den Hersteller bzw. Planer in Anspruch genommen werden. In diese Projektphase fällt auch die Mängelfeststellung vor Ablauf der Verjährungsfristen.

Beteiligte: Auftraggeber, Fachplaner, Fachfirmen

Ergebnis:
- Beseitigung von Mängeln innerhalb der Verjährungsfrist durch den Hersteller
- Freigabe von Sicherheitsleistungen
- aktive Unterstützung der Betreiber bei Betrieb und Wartung der neuen Anlage
- optimale Betreuung der Anlagen durch den Betreiber und fachkundige Dritte.

6 Darstellung einer beispielhaften Entscheidungsfindung anhand einer fiktiven Musterhütte

Die folgenden Seiten sollen anhand einer fiktiven Musterhütte aufzeigen, wie man unter Verwendung der Leitlinien eine erste Bestimmung der möglichen Systeme für eine individuelle Schutzhütte durchführen kann.

Auf der ersten Seite wird für die Hütte eine beispielhafte Grundlagenermittlung dargestellt. Wenn man sich über die IST-Situation und auch die zukünftige Entwicklung der Hütte im klaren ist, können anhand der in den jeweiligen Kapiteln abgegebenen Empfehlungen mögliche Systeme ermittelt werden.

Diese Entscheidungsfindung ist für jeden Bereich in den folgenden Blättern beschrieben. Natürlich können hierbei nicht allfällige Unwägbarkeiten mit berücksichtigt werden. Für eine detaillierte Planung und endgültige Auswahl der Systeme ist ein qualifiziertes Planungsbüro unerlässlich. Dennoch kann anhand dieses Endberichts eine erste Auswahl der möglichen Systeme sowie eine grobe Einschätzung der dadurch entstehenden Kosten vorgenommen werden.

Auf dem letzten Blatt dieses Kapitels ist die oben durchgeführte Systemwahl nochmals überblicksmäßig dargestellt.

Wasserversorgung

- Quelle in der Nähe der Hütte, ca. 60 m entfernt
- Schüttungsmessungen über eine gesamte Saison hinweg, v.a. nach Zeiten langer Trockenheit: zumind. 0,25 l/s
- regelmäßige Wasserproben Kalk- Kohlensäure- Gleich-gewicht gegeben

- PROBLEME:

! vereinzelt coliforme Keime im TW

Energieversorgung

- Dieselaggregat läuft 10 std/Tag
- Höchste Last mittags (12 kW)
- Strombedarf 47 kWh / Tag
- PV = 0,5 kWp, WR = 3,5 kW
- Akkus 24 V, 1000 Ah, 10 Jahre
- Seilbahn mit Dieselmotor

- PROBLEME:

! Lärm- und Abgasemissionen; ohne Diesel reicht Leistung nicht; hoher Dieselverbrauch; Wärme reicht nicht

Rahmenbedingungen

2300m Seehöhe, felsiges Gelände
Versorgung: Seilbahn / Hubschrauber
Kostenintensive Energieversorgung
Nur Sommersaison
Ergiebige Quelle in der Nähe
Keine Ausbringung des Klärschlamms
Ausbringung Kompost erlaubt



Gästezahlen

Tagesgäste:	150
Nächtigungsgäste:	25
Personal:	3

EW: 150/3 + 25 + 3 = **78**
Wasserbedarf: 45 l/EW

Zukünftige Entwicklung

- Gästezunahme ca. 20% = 78 + 16 = 94 EW
- Gastronom. Konzept bleibt gleich
- kein Winterbetrieb geplant

Abwasserentsorgung

- Spül-Toiletten
- 3-Kammer Absetzanlage
- Punktuelle Versickerung
- Ausbringung des Primär-schlammes am Saisonende

- PROBLEME:

! Ausbringung Klärschlamm nicht mehr erlaubt.
! Alte Anlage entspricht nicht mehr dem Stand der Technik (Reinigungsleistung)

Abfallentsorgung

- Geordnete Sammlung und Trennung
- keine Kompostierung
- Verdichten v. Abfällen erlaubt, derzeit keine Dosenpresse vorhanden!

- PROBLEME:

! Hohe Transportkosten wg. hohem Abfallaufkommen und großer Volumina

Energieversorgung

Kapitel 3.2 – Planung und Errichtung Kapitel 3.7 – Betrieb und Wartung
Kapitel 4 – Integrale Betrachtung



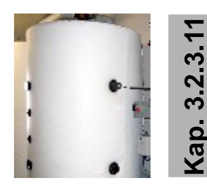
Kap. 3.2.3.8

Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen - dadurch keine Erhöhung des Strombedarfs von 47 kWh/Tag trotz neuer Verbraucher (Seilbahnantrieb, UV u. Kläranlage); Warmwasseranschluss für Spül- u. Waschmaschine.



Kap. 3.2.3.10

Umstellung auf AC-gekoppeltes Hybridsystem;
5,2 kWp AC-gekoppelte PV-Anlage, solare Deckung 34%
Pflanzenöl-BHKW Pel = 16 kW, Laufzeit 2-3 std/Tag
3 bidirektionale Insel-WR Pges. = 15 kW, 230/400 V;
24 Zellen Blei-Gel-Batterien mit 57,6 kWh Energieinhalt.



Kap. 3.2.3.11

WW-Pufferspeicher mit elektrischer Nachheizung durch BHKW; Heizung als Notkühler für BHKW vorsehen; nur energieeffizienteste Pumpen bei Heizung einsetzen.



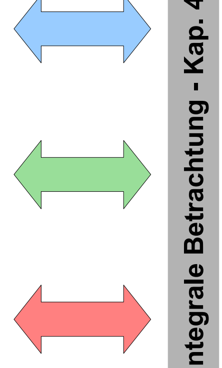
Kap. 3.2.3.12

Kochen mit Gas und Holzherd; Warmwasserbereitstellung und Heizung über BHKW und Kachelofen; 1000 l WW-Pufferspeicher mit außenliegendem Frischwassermodul; Nutzung der Abwärme der Kühlaggregate.



Kap. 3.2.2.8

Kostenrahmen incl. Montage:	100.000 - 150.000 €
PV-Anlage mit WR und Sensorbox	28.000 €
Pflanzenöl-BHKW mit elektr. Nachheizung	40.000 €
3 bidirek. Insel-WR mit Datenlogger	18.000 €
WW-Pufferspeicher 1000 l	15.000 €
Batterieverband Blei-Gel 48 V, 1200 Ah	18.000 €
Summe:	**119.000 €**



Integrale Betrachtung - Kap. 4

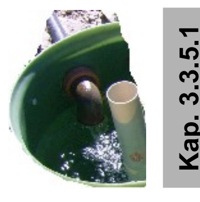
Wasser: UV-Anlage mit nachgeschaltetem Tagesspeicher und Überdruckpumpe ergänzen – dadurch UV im Zyklenbetrieb (nur ca. 0,2 kWh/Tag Stromverbrauch). Möglichkeit eines Trinkwasserkraftwerks prüfen.

Abwasser: Bei ARA-Bau natürliches Gefälle nutzen zur Vermeidung von Pumpen. Einsatz energieeffizienter Pumpen möglich aufgrund bester Stromnetzqualität.

Abfall: Abfälle aus Betrieb und Wartung der Energieversorgungsanlage müssen ordnungsgemäß gelagert und entsorgt werden.

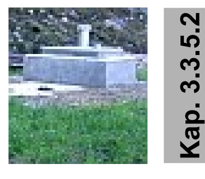
Wasserversorgung

Kapitel 3.3 – Planung und Errichtung ; Kapitel 3.7 – Betrieb und Wartung
Kapitel 4 – Integrale Betrachtung



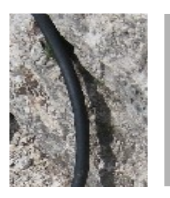
Kap. 3.3.5.1

Schüttungsmessung: 0,25 l/s = 21,6 m³/d
Spitzenwasserbedarf: 45 l/EW x 94 EW = 4,7 m³/d
Ausweisung und ggf. Einzäunung Quellschutzgebiet
Ins Wasserbuch eintragen lassen



Kap. 3.3.5.2

Behältergröße: 2mal Spitzentagesbedarf, gewählt: 10m³
Aus trinkwassertauglichem Material, leicht zu reinigen
Gedämmt gegen Wärme und Frost



Kap. 3.3.5.3

Keine Hoch- und Tiefpunkte in der Leitungsführung
Frostfreie Verlegung nicht möglich(Fels), daher vorisolierte Rohleitungen einbauen
Trasse geodätisch einmessen od. in Natur kennzeichnen



Kap. 3.3.5.4

Wasserzähler einbauen
Wassersparende Armaturen empfehlenswert
Desinfektion über UV-Anlage (coliforme Keime!)

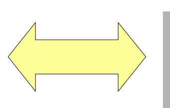


Kap. 3.3.5.6

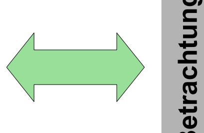
Kostenrahmen: 50.000 - 100.000 €

Quellfassung, pauschal	30.000 €
Leitung 60m á 150 €/lfm	9.000 €
Wasserspeicher 3.000 €/m³	30.000 €
UV-Anlage, pauschal	7.000 €
Summe:	**76.000 €**

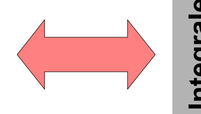
Integrale Betrachtung - Kap. 4



Energie: UV-Anlage im Zyklenbetrieb (ca. 0,2 kWh/d) keine Energie für Pumpen notwendig - freies Gefälle, Möglichkeit eines Trinkwasserkraftwerks prüfen



Abwasser: ARA auf zukünftigen Wasserverbrauch hin dimensionieren, aufgrund der guten Wasserqualität sind keine negativen Auswirkungen auf ARA zu erwarten



Abfall: Abfälle aus Wasserversorgung ordnungsgemäß lagern u. entsorgen, bei Lagerung aller Abfälle auf Wassergefährdung achten

Abwasserentsorgung

Kapitel 3.4 – Planung und Errichtung ; Kapitel 3.7 – Betrieb und Wartung
Kapitel 4 – Integrale Betrachtung



Kap. 3.4.5.1

Einbau eines Fettabscheiders nach EN 1825-2
Überprüfung der bestehenden Absetzanlage; bei gutem Zustand wird diese weiterverwendet, ansonsten ist eine neue Absetzanlage zu errichten.



Kap. 3.4.5.2

Da Aufgrund des felsigen Geländes u. d. schwierigen Versorgungssituation ein Bepflanzter Bodenfilter nicht in Frage kommt wird eine Tropfkörperanlage gewählt.



Kap. 3.4.5.3

Zur Vergleichmäßigung des Ablaufes wird ein Sandfilter nachgeschalten. Dieser verbessert darüber hinaus auch noch die Ablaufwerte. Zur Kontrolle der Funktionsfähigkeit wird beim Ablauf eine Probenahmestelle vorgesehen.



Kap. 3.4.5.4

Zur Entwässerung des anfallenden Klärschlammes wird eine Filtersackanlage gewählt. Es werden Filtersäcke mit einem Fassungsvolumen von ca. 50 l gewählt. Diese sind zum Abtransport mit der Materialseilbahn geeignet und erlauben eine einfache händische Manipulation.



Kap. 3.4.6

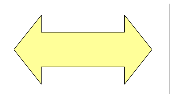
Kostenrahmen (Gesamtbarwertbetrachtung ü. 30 Jahre)

lt. Übersichtstabelle HR:	2.200 - 3.900 € / EW_{60}
bei 94 EW_{60} sind dies:	206.800 – 366.600 €

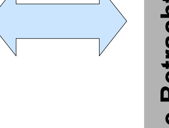
Schätzung für gegenständliche Anlage:
Gesamtkosten Betrachtungszeitraum 30 Jahre:

exkl. Schlammbehandlung:	ca. 280.000 €
inkl. Schlammbehandlung:	ca. 320.000 €

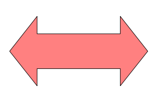
Integrale Betrachtung - Kap. 4



Energie: Stromverbrauch d. Pumpen (ca. 3 kWh/d)
Umschaltmöglichkeit für Hoch-/Schwachlast vorsehen
Gemeinsame Energieversorgung für Hütte und ARA



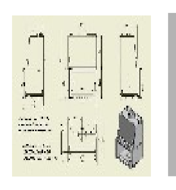
Wasser: ARA auf zukünftigen Wasserverbrauch hin dimensionieren, aufgrund der guten Wasserqualität sind keine negativen Auswirkungen auf ARA zu erwarten



Abfall: Abfälle aus ARA ordnungsgemäß lagern und entsorgen, bei Lagerung aller Abfälle auf Wassergefährdung achten, in Toiletten Abfalleimer aufstellen.

Abfallentsorgung

Kapitel 3.5 – Planung und Errichtung   Kapitel 3.7 – Betrieb und Wartung
Kapitel 4 – Integrale Betrachtung



Kap. 3.5.3.1

Allgemeine Planungsempfehlungen:
Abklären ob die Verdichtung von Abfall und die Ausbringung von kompostierten biogenen Abfällen erlaubt ist.
Erstellung eines freiwilligen Abfallwirtschaftskonzeptes



Kap. 3.5.3.2

Abfallvermeidung:
Mehrweggebinde und Großpackungen verwenden
Weitgehend auf Aufstellung von Abfalleimern verzichten
Gäste über Selbstmitnahme des mitgebr. Abfalls informieren, evtl. Reduzierung des Speiseangebots
z.B. Verzicht auf Verkauf von verpackten Lebensmitteln



Kap. 3.5.3.3

Sammlung und Trennung:
Sammlung direkt am Ort der Entstehung.
Abfälle mind. 1 x täglich aus dem Arbeitsbereich entfernen
Volumenverringerung durch Müllpresse
Lagerung getrennt in Fraktionen in geschlossenem Raum



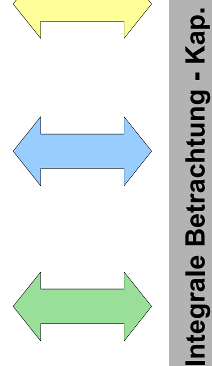
Kap. 3.5.3.4

Abfallbehandlung – Kompostierung:
Kompostierung in einem festen, umschlossenen und abgedeckten Behältnis (Reduzierung Abfallmenge). Am Saisonende wird Kompost umgesetzt.

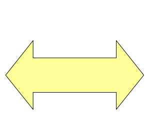


Kap. 3.5.3.5

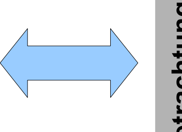
Abtransport – Entsorgung:
Regelmäßiger Abtransport der Abfälle mittels Materialseilbahn.
Ausbringung der kompostierten biogenen Abfälle



Integrale Betrachtung - Kap. 4



Energie: Strombedarf für Müllpresse bei Planung der Energieversorgung berücksichtigen (Lastmanagement)
Entsorgung der Abfälle aus der Energieversorgung



Wasser: Bei Lagerung von Abfällen darauf achten, dass die Trinkwasserversorgung nicht beeinträchtigt wird
Entsorgung der Abfälle aus der Wasserversorgung

Abwasser: Informationsschilder und Abfalleimer in den Toiletten vorsehen, damit keine Abfälle in die Toilette geworfen werden.
Entsorgung der Abfälle aus der Abwasserentsorgung

Wasserversorgung


Hochbehälter

vorisolierte Leitungen




Quellfassung


UV - Anlage

wassersparende Armaturen

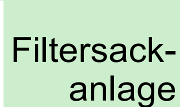
Abwasserentsorgung

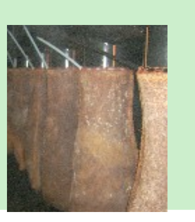
Fettabscheider

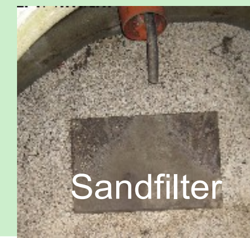



Tropfkörperanlage

3-Kammer Absetzanlage




Filtersackanlage

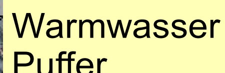

Sandfilter

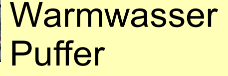


KONZEPT VER- UND ENTSORGUNG MUSTERHÜTTE

Energieversorgung

PV-Anlage AC gekoppelt




Warmwasser Puffer

! Energie sparen !

Inselwechselrichter mit BHKW

Rapsöl


Blei-Gel-Batterien

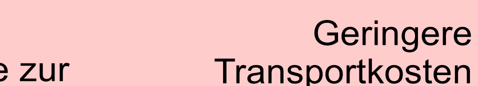
Abfallentsorgung

Getrennte Sammlung nach Fraktionen entspr. den lokalen Vorschriften

Geordnete Kompostierung biogener Abfälle


Dosenpresse zur Verringerung des Abfallvolumens


! Abfallvermeidung !




Geringere Transportkosten

7 Leitlinien

Neben dem vorliegenden Endbericht werden in gekürzter Form anwenderorientierte Ergebnisse und Empfehlungen in eigenständigen Leitlinien dargestellt. Diese enthalten die Bereiche Planung und Errichtung, sowie Betrieb und Wartung.

7.1 Aufbau und praktische Anwendung der Leitlinien

Die Leitlinien enthalten ausschließlich die Ergebnisse, also die Empfehlungen, des Projekts IEVEBS. Die Datengrundlage sowie deren Auswertung und Interpretation ist in vorliegendem Endbericht enthalten. Es wurde so der Umfang der Leitlinien absichtlich kurz gehalten, um den Leser nicht mit einer Fülle an Informationen zu überfordern. Dennoch sind sie in allgemeinverständlicher Form verfasst, sodass auch interessierte Laien damit arbeiten können.

Die Leitlinien sind als Ergänzung zu bestehenden Regelwerken und Richtlinien gedacht und können nicht als alleinige Planungs- und Entscheidungsgrundlage verwendet werden. Die abgegebenen Empfehlungen sowie Systemeigenschaften basieren auf dem Datensatz von 100 Objekten, die im Jahr 2007 erhoben wurden. Sie sind zur grundsätzlichen Orientierung für Eigentümer und Betreiber vor einer Detailplanung durch einen Fachmann zu sehen und können keinesfalls eine detaillierte Planung, Variantenuntersuchung und Kostenschätzung ersetzen. Bei der Neuerrichtung von Anlagen, bei Zu- und Umbauten sind jedenfalls geeignete Fachplaner zu Rate zu ziehen, die entsprechende Erfahrungen im Anlagenbau im Alpinbereich vorweisen können.

Die Leitlinien sind in neun Hauptkapitel gegliedert und wie folgt aufgebaut:

- In Kapitel 1-‚Allgemeines' werden die allgemeinen Grundsätze und Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Schutzhüttenbewirtschaftung und die Grundlagen der Leitlinien erörtert.
- In Kapitel 2-‚Planung und Errichtung' sind, nach kurzen Systembeschreibungen, die Empfehlungen für Planung und Errichtung von Anlagen nach den Bereichen Energie- und Wasserversorgung sowie Abwasser- und Abfallentsorgung getrennt dargestellt. Für den Bereich Abwasserreinigung sind Übersichtstabellen vorhanden, die einen Vergleich der Eigenschaften der verschiedenen Technologien ermöglichen.

- In Kapitel 3-‚Betrieb und Wartung' sind die Empfehlungen zu Betrieb und Wartung, wie im vorhergehenden Kapitel, nach den Bereichen gegliedert dargestellt.
- In Kapitel 4-‚Integrale Betrachtungen' sind die Wechselwirkungen der in den Kapiteln 2 und 3 beschriebenen technischen Anlagen untereinander und Auswirkungen der örtlichen Rahmenbedingungen auf das Zusammenspiel der Systeme zusammengefasst und es werden entsprechende Empfehlungen gegeben.
- In Kapitel 5-‚Allgemeines Ablaufschema Planung und Errichtung' wird ein Stufenplan für die Vorgangsweise bei der Errichtung von Anlagen bei Schutzhütten vorgestellt.
- In Kapitel 6-‚Darstellung einer beispielhaften Entscheidungsfindung anhand einer fiktiven Musterhütte' wird die korrekte Verwendung der Leitlinien dargestellt. Dazu wird eine fiktive Hütte beschrieben und die Art und Weise dargestellt, wie Empfehlungen für die vier Ver- und Entsorgungsbereiche aus den Leitlinien entnommen werden können.
- In Kapitel 7-‚Ausbildungsprogramm' werden Vorschläge zur Verbesserung und Erweiterung der Ausbildung der Betreiber von Ver- und Entsorgungsanlagen gegeben.
- In Kapitel 8-‚Anhang' finden sich Angaben zu weiterführender Literatur, ein Glossar sowie grundlegende Erklärungen zu den Diagrammen.
- Das Kapitel 9 beinhaltet das Impressum.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Kapitel inhaltlich zusammenhängen und aufeinander Bezug nehmen. Daher ist es nicht ratsam, nur einzelne Kapitel oder Teile daraus gesondert zu betrachten.

7.2 Anwendungsbereich

Die Leitlinien richten sich primär an die Errichter und Betreiber von dezentralen Ver- und Entsorgungsanlagen. Dies sind vor allem die alpinen Vereine und deren Sektionen bzw. Ortsgruppen, die bei ihren Hütten Maßnahmen im Bereich der Ver- und Entsorgungsanlagen setzen müssen oder wollen. Dabei werden sie sowohl bei der Planung und Neuerrichtung von Anlagen als auch bei Betrieb und Wartung von bestehenden Anlagen unterstützt. Ebenso können die Projektergebnisse und

Empfehlungen aber auch für alle weiteren Objekte in Einzellage (z.B. Berggasthof, Privatobjekt) angewandt werden.
Weiters wendet sich dieses Papier an die Sachverständigen der Behörden, die im Zuge von Genehmigungsverfahren und Überprüfungen mit Schutzhütten befasst sind. Sie sollen auf die speziellen Voraussetzungen der Ver- und Entsorgungsanlagen und die integrale Betrachtungsweise hingewiesen werden. Gegenständliches Werk soll aber auch direkt die Projektanten von Ver- und Entsorgungsanlagen in Einzellage unterstützen und für sie eine generelle Planungshilfe darstellen.
Die Anwendung der Leitlinien liegt also in der Planung, Neuerrichtung und Erweiterung von technischen Anlagen zur Ver- und Entsorgung und der Verbesserung von Wartung und Betrieb bestehender und geplanter Anlagen. Die Zielgruppen sind die Vertreter der alpinen Vereine mit ihren Sektionen bzw. Ortsgruppen, aber auch von Behörden und Fachplaner über die nationalen Grenzen der Alpenländer hinaus.

8 Verbreitung der Projektergebnisse

8.1 Bisherige Verbreitung

8.1.1 Präsentationen und Vorträge

Beim 9. Internationalen Fachseminar „Umweltgerechte Konzepte für Berg- und Schutzhütten – Innovative Projekte im Alpenraum“ am 27. und 28. Februar 2009 im Zentrum für Umwelt und Kultur Benediktbeuern, Kloster Benediktbeuern in Bayern wurde das Projekt umfassend vorgestellt. Es referierten Peter Weber, Leiter der Abteilung Hütten und Wege, Deutscher Alpenverein, München, Norbert Weissenbacher vom Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft, Gewässerschutz der Universität für Bodenkultur Wien, Winfried Kunrath vom Referat für Siedlungswasserwirtschaft der Salzburger Landesregierung, Robert Faes, stellvertretender Amtsdirektor des Amts für Gewässerschutz Bozen, Peter Büchl vom Schweizer Alpen Club, Hubert Deubler, Planungsingenieur für regenerative Energien aus Berchtesgaden, Gottfried Steinbacher, Planungsbüro Steinbacher + Steinbacher, Thalgau, Projektkoordination, Sandra Lebersorger, Institut für Abfallwirtschaft der

Universität für Bodenkultur Wien und Peter Kapelari, Referat Hütten, Wege, Kletteranlagen des Österreichischen Alpenvereins, Innsbruck. So beschäftigten sich die etwa 150 Teilnehmer, die sowohl von alpinen Vereinen, aber auch aus Wirtschaft, Forschung und Interessensvertretungen kamen, fast die Hälfte der Tagungszeit mit dem vorliegenden Projekt.

Bei der 15. Internationalen Sommerakademie, die vom 14. bis 19. Juni 2009 in Ostritz-St. Marienthal unter dem Thema „Zukunft Wasser“ stattfand, hielt Gottfried Steinbacher, Steinbacher+Steinbacher ZT KG, Thalgau, unter dem Titel „Demonstration und Evaluierung umweltgerechter Ver- und Entsorgungssysteme für Berg- und Schutzhütten“ einen Vortrag über das gegenständliche Projekt. Diese Präsentation war ein Beitrag zur Arbeitsgruppe „Dezentrale Wasserwirtschaft“.

Beim 3. Österreichischen Kleinkläranlagentag, der am 24.09.2009 an der Universität für Bodenkultur Wien stattfand und gleichzeitig ein ÖWAV-Seminar darstellte, referierte Dipl. Ing. Gottfried Steinbacher zum Thema „Ergebnisse der integralen Evaluierung von Kleinkläranlagen auf Schutzhütten“.

Im Rahmen der Lehrveranstaltung „Forschungsberichte zur Abfallwirtschaft“ an der Universität für Bodenkultur wurde das Projekt von Lebersorger S., Weissenbacher N., Aschauer C. am 23. November 2009 vorgestellt.

Posterpräsentation durch Hubert Deubler: 5th European PV-Hybrid and Mini-Grid Conference in Tarragona, Spain, on April 29th and 30th, 2010

8.1.2 Publikationen

Steinbacher und Weissenbacher (2009): Ergebnisse der integralen Evaluierung von Kleinkläranlagen auf Schutzhütten, in: Wr. Mitteilungen Wasser-Abwasser-Gewässer, Band 218, E1-18, Wien 2009, Hrsg: Prof. Dr. Raimund Haberl, Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz, Universität für Bodenkultur Wien.

Norbert Weissenbacher, Ernest Mayr, Thomas Niederberger, Christian Aschauer, Sandra Lebersorger, Gottfried Steinbacher, Raimund Haberl, (2008): Alpine infrastructure in Central Europe: Integral evaluation of wastewater treatment systems at mountain refuges. in: Water Science & Technology 2008; 57(12): 2017-2022

Norbert Weissenbacher, Ernest Mayr, Thomas Ertl, Gottfried Steinbacher, Peter Weber, Raimund Haberl (2008): Cross-link performance indicators for sustainability evaluation of supply and disposal systems at mountain refuges. In: Erique Cabrera Jr, Miguel Angel Pardo, Eds., Performance Assessment of Urban Infrastructure Services, IWA Publishing, London, IWA Conference on Performance Indicators 2008 (PI08), 12.03.2008-14.03.2008, Valencia, 25-33; ISBN: 1843391910 [IWA Conference on Performance Indicators 2008 (PI08), Valencia, 12.03.2008-14.03.2008]

Lebersorger S., Weissenbacher N., Mayr E., Aschauer C. (2009): Integral evaluation of supply and disposal systems at mountain refuges with focus upon solid waste. In: Kungolos A., Aravossis K., Karagiannidis A., Samaras P. (Eds.), Book of Abstracts of the 2nd International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE) & SECOTOX Conference, (June 21-26, Mykonos, Greece)

Lebersorger S., Weissenbacher N. (2008): Abfallwirtschaft auf Berg- und Schutzhütten: Eine integrale Evaluierung. In: Lorber K.E., Kreindl G., Menapace H., Müller P., Sager D., Wruss K. (Hrsg.), DepoTech 2008. Tagungsband zur 9. DepoTech Konferenz, Montanuniversität Leoben/Österreich, 12. - 14. November 2008

Lebersorger S.: Integrale Evaluierung der Ver- und Entsorgungssysteme bei Berg- und Schutzhütten. Poster bei der Österreichischen Abfallwirtschaftstagung 2008 vom 02. – 04. April 2008 in Villach

8.2 Zukünftig geplante Verbreitung

8.2.1 Leitlinien

Es ist geplant, die Leitlinien in Form eines Handbuches herauszugeben und zum Verkauf anzubieten. Dazu werden sie sowohl stilistisch als auch grafisch aufbereitet. Die Projektpartner und alle anderen Interessierten (z.B. hüttenbesitzende Sektionen, Behördenvertreter usw.) erhalten mit diesem Handbuch die Leitlinien in praktischer, gebundener Form.
Die jeweiligen Hauptvereine sollen in weiterer Folge die Leitlinien an ihre hüttenbesitzenden Sektionen sowie an interessierte Vereinsmitglieder weitergeben. Auch die am Projekt beteiligten Behörden werden das Werk in ihrem Verwaltungsapperat an die jeweiligen Abteilungen, Referate und Sachverständigen weiterleiten. Damit ist bereits der größte Teil des vorgesehenen Anwenderkreises abgedeckt.
Zusätzlich werden auf der Projekthomepage www.ievebs.eu Informationen zum Download angeboten. Es wird auch angestrebt, dass die Projektpartner auf ihren Homepages die Leitlinien anbieten oder Links zur Projekthomepage schalten.

8.2.2 Endbericht

Der Endbericht soll den Projektpartnern digital übermittelt und von diesen in ihren Bereichen verbreitet werden. Zusätzlich ist geplant, auf der Projekthomepage www.ievebs.eu den Endbericht zum Download anzubieten.
Eine Herausgabe in gebundener Form ist derzeit nur für den Eigengebrauch im Kreise der Projektpartner geplant.

8.2.3 Datenbank

Allen Projektpartnern wurde die im Zuge des Projekts erstellte Datenbank mit allen gesammelten Informationen zu den 100 untersuchten Hütten digital zur Verfügung gestellt. Wiederum kann sie innerhalb der alpinen Vereine und des Verwaltungsapparats verteilt werden.

9 Literaturverzeichnis

[1] entnommen von der Homepage www.dbu.de
[2] entnommen von der Homepage www.alpenverein.de
[3] entnommen von der Homepage www.alpenverein.at
[4] entnommen von der Homepage www.naturfreunde.at
[5] entnommen von der Homepage www.oetk.at
[6] entnommen von der Homepage www.erzherzog-johann-huette.at
[7] entnommen von der Homepage www.sac-cas.ch
[8] entnommen von der Homepage www.alpenverein.it
[9] entnommen von der Homepage www.wikipedia.at
[10] entnommen von der Homepage www.czech.cz
[11] Österreichisches Lebensmittelbuch, Codexkapitel B1
[12] Österreichisches Lebensmittelbuch, Codexkapitel B1, 4.5.
[13] Mutschmann/Stimmelmayer,Taschenbuch der Wasserversorgung Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. Stuttgart 1995
[14] www.wasser-wissen.de
[15] Siedlungswasserbauskriptum, Teil Reinwasser
[16] ÖVGW-Richtlinie W 72 – Schutz- und Schongebiete März 1995
[17] www.abz-zierler.at
[18] Empfehlungen für die Reststoffentsorgung auf Berghütten Stand 20. Oktober 2008
[20] http://www.hoppecke.de/features/downloads; AquaGen® premium.top (German)
[21] R. Krawinkler, Mini- und Mikro-Blockheizkraftwerke; Technologiebeschreibung, Standortplanung mittels Planungssoftware *BHKW-Plan* und Ausblick auf die weitere Umsetzung dieser Technologie, Diplomarbeit Technische Universität Wien, Wien 2006
[22] G. Bopp, H. Gabler, G. Hille, H. Puls, M. Rehm, D. Sauer, M. Schulz, P. Schweizer-Ries, Qualitätssicherung von photovoltaischen Energieversorgungssystemen, Abschlussbericht des ISE, Freiburg 2000
[23] K. Heidler, K. Kiefer, Solare Berghütten – "Euralp" Projekt; ISE, Freiburg 2000
[24] G. Bopp, K. Kiefer, D. Sauer, Planungsleitfaden für Energiekonzepte von Berghütten, ISE, Freiburg 2002, http://www.alpenverein.at/portal/Huetten/Sektionsinfos/1011060902573.pdf
[25] J. Grabow, Zum Stand der Energieversorgungsstrukturen in Berghütten mit dem Ziel, den regenerativen Anteil zu erhöhen, ISET, Kassel, Vorabauswertung der Daten, erhoben im Rahmen des Sherpa-Projekts, 2004
[26] D. Sauer, Batterien in Anlagen mit dezentraler Stromversorgung, Anforderung an Batterien, Speicherkonzepte, Bleibatterien, Ladezustand, Betriebsführung, Internationales Fachseminar: Umweltgerechte Ver- und Entsorgung für Berg- und Schutzhütten, Benediktbeuern, 2003, S. 158-204
[27] S. Bauer; Energieversorgung auf Hochgebirgshütten – Optimierung, Dimensionierung und Wartung der Speicherbatterien, Diplomarbeit, Universität Augsburg, 2006
[28] B. Riegel, Batteriesysteme auf Berg- und Schutzhütten, Internationales Fachseminar: Umweltgerechte Ver- und Entsorgung für Berg- und Schutzhütten, Benediktbeuern 2003, S. 134-137
[29] Exide Distributionscenter, Handbuch für verschlossene Gel-Blei-Batterien Teil 1: Grundlagen, Konstruktion, Merkmale, Berlin 2003

[30] H. Häberlin, Photovoltaik, Strom aus Sonnenlicht für Verbundnetz und Inselanlagen, AZ Fachverlage AG, Aarau 2007
[31] P. Kapelari, Österreichischer Alpenverein, Deutscher Alpenverein (Hrsg.): VADEMECUM Betriebsanlagenrecht für Schutzhütten in Extremlage, Innsbruck 2008
[32] M. Landau, H. Deubler, 10 Jahre Hybridsystem Starkenburger Hütte – Betriebserfahrungen mit einem innovativen Systemkonzept, 23. Symposium Photovoltaische Solarenergie, Bad Staffelstein 2008, S. 92-97
[33] M. Brautsch, CO_2-Einsparung durch innovative Energietechnik in Gebäuden, Fachhochschule Amberg-Weiden, Bonn 2006
[34] Umweltbundesamt, Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix 1990-2006, FG I 4.5., Dessau 2008
[35] G. Bopp, K.Dohlen, G. Hille, H. Puls, D. Sauer, M. Schulz, Inselanlagen – Was kosten sie?, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg 1999
[36] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR); Biokraftstoffe Basisdaten Deutschland, Gülzow 2008
[37} Jülich Forschungszentrum, www.fz-juelich.de/ptj/lw_resource/datapool /__pages/pdp_637/Emissionsfaktortabelle.xls
[38] U. Fritsche, Endenergiebezogene Gesamtemissionen für Treibhausgase aus fossilen Energieträgern unter Einbeziehung der Bereitstellungsvorketten, Öko-Institut, Darmstadt 2007
[39} H. Deubler, M. Landau, 11 Jahre Betriebserfahrungen mit dem hybriden Energieversorgungssystem der Starkenburger Hütte, 8. Internationales Fachseminar: Umweltgerechte Konzepte für Berg- und Schutzhütten – Innovative Projekte im Alpenraum, Benediktbeuern 2008
[40] H. Deubler, 11 Jahre PV-Hybridsystem zur netzfernen Energieversorgung der Starkenburger Hütte – Vom Pilotprojekt zum Vorbild für Alpenhütten, Masterarbeit Universität Kassel und ISET, Berchtesgaden 2008
[41] T. Erhard, Energiekonzept Lenggrieser Hütte, 7. Internationales Fachseminar: Umweltgerechte Konzepte für Berg- und Schutzhütten – Innovative Projekte im Alpenraum, Benediktbeuern 2007
[42] Aktuelle Bewertung des Einsatzes von Rapsöl/RME im Vergleich zu Dieselkraftstoff, UBA Presse-Info Nr. 1/2000, UBA-Texte 79/99
[43] T. Meyer, Wasserstofftechnik in stationären autonomen Stromversorgungssystemen, Fraunhofer ISE, Freiburg, in FVS Themen 2004
[44] G. Eisenbeiß, Wasserstoff und Brennstoffzellen – ein Systemüberblick, FZ Jülich, in FVS Themen 2004
[45] R. Kaiser, N. Reich, W. Roth, A. Steinhüser, M. Schneider, V. Höcker, Brennstoffzellen zur dezentralen Stromversorgung auf dem Rappenecker Hof, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg 2004
[46] Fronius international GmbH, Wels, Österreich, 2009, www.fronius.com
[47] D. Sauer, Optionen zur Speicherung elektrischer Energie in Energieversorgungssystemen mit regenerativer Stromerzeugung, in Solarzeitalter, S. 12-34, EUROSOLAR, Bonn 2006
[48] A.J. Ruddell, A.G. Dutton, H. Wenzel, C. Ropeter, D.U. Sauer, J. Merten, C. Orfanogiannis, J.W. Twidell, P. Vezin, Anaysis of battery current microcycles in autonomous renewable energy systems, Journal of Power Sources 112, S. 531-546, 2002
[49] J. Reekers, C. Hardt, P. Strauß, R. Klöckner, HYBRIX – Aufbau eines Baukastensystems für Hybridsysteme, ISET, Kassel 2000
[50] F. Antony, C. Dürschner, K. Remmers, Photovoltaik für Profis – Verkauf, Planung und Montage von Solarstromanlagen, Solarpraxis, Berlin 2005

[51] Mainova Aktiengesellschaft, Stromverbrauch und Kosten reduzieren mit modernen Heizungspumpen, Frankfurt 2006; http://www.mainova.de/pdf/mainova_klimapartner_heizungspumpen.pdf
[52] H. J. Geist, Photovoltaik-Anlagen planen – montieren – prüfen – warten, Elektor Verlag, 2007
[53] ASUE, Energiereferat der Stadt Frankfurt, BHKW-Kenndaten 2005, Frankfurt 2005; http://www.bhkw-infozentrum.de/download/ASUE_BHKW-Kenndaten_2005.pdf
[54] H. Hartmann, K. Reisinger, K Thuneke, A. Höldrich, P. Roßmann, Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen, Straubing 2007; http://www.tfz.bayern.de/sonstiges/17745/handbuch_komplett.pdf
[55] KW Energie Technik, Energie... umweltfreundlich, unabhängig, zuverlässig, Neumarkt, 2008, www.kw-energietechnik.de
Ossberger GmbH & Co, Aufbau einer Ossberger Turbine, 2007
[57] M. Kaltschmitt, W. Streicher, A. Wiese, Erneuerbare Energien, Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte; 4. Auflage, Springer, 2006
[58] Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz, Institut für Abfallwirtschaft, Institut für Verfahrens- und Energietechnik

10 Anhang

10.1 Treffen und Sitzungen der Projektpartner (chronologisch)

10.1.1 Treffen im Rahmen der Vollversammlung

Mitglieder der Vollversammlung:

- Dr. Wulf Grimm (DBU)
- Dipl.-Ing. Franz-Peter Heidenreich (DBU)
- DI Wolfgang Grieb (Lebensministerium)
- Dipl.-Ing. Peter Weber (DAV)
- Dipl.-Ing. Peter Kapelari (ÖAV)
- Ing. Norbert Lindenbauer (NFÖ)
- Ing. Hannes Resch (ÖTK)
- Dr. Heinrich Gallhuber (ÖAK)
- Architekt FH / SIA Peter Büchel und Ulrich Delang (SAC)
- Ing. Georg Simeoni (AVS)
- Arch. Adriano Zanella (CAI)
- Mag. Drago Dretnik (PZS)
- Präs. Jan Havelka (KCT)
- Gerhard Küng (Land Vorarlberg)
- DI Harald Haider (Land Tirol)
- Ing. Winfried Kunrath (Land Salzburg)
- Dr. Erich Polzer und Dipl.-Ing. Bernhard Hummitzsch (Land Kärnten)
- Ing. Manfred Mahringer (Land Oberösterreich)
- OBR DI Manfred Harb (Land Steiermark)
- Hermann Frühwirth (Land Niederösterreich)
- DI Martin Fröhlich (i.R) und Georg Schwimmbeck (Bayern)
- Ing. Robert Faes (Land Südtirol)

27.04.06 in Salzburg, Tagungszentrum Heffterhof - Projektstart

Die Eröffnungskonferenz diente der Erkundung des Teilnehmerkreises und der Vorstellung des Projektes.
Es wurden die Projektziele definiert und die Schnittstellen mit anderen Projekten abgeklärt und jeder Teilnehmer wurde um eine kurze Stellungnahme zum gegenständlichen Projekt gebeten.
Des Weiteren wurde die allgemeine Projektstruktur festgelegt. Die Projektstruktur setzt sich aus der Vollversammlung (Treffen aller Projektpartner), der Projektpartnervertretung (Vertretung der Projektpartner durch die Vertreter der DBU, DAV, ÖAV, NFÖ, Land Tirol, Land Salzburg und Land Kärnten), Projektleitung (Steinbacher+Steinbacher ZT KG) und wissenschaftlicher Begleitung (Universität für Bodenkultur in Wien) zusammen (siehe auch Kapitel 1.3 Projektstruktur – Organisation).

16.03.07 in Salzburg, Tagungszentrum Heffterhof:

Das Thema der Vollversammlung war die Vorstellung der ausgewählten Hütten und der zur Auswahl herangezogenen Kriterien. Des Weiteren wurde das Projekt vom Büro Steinbacher+Steinbacher ZT KG nochmals in seiner Gesamtheit dargestellt und ein Kosten-, Zeit- und Zahlungsplan vorgelegt.
Die vorab an alle Projektpartner versandte Hüttenauswahl wurde von den Projektpartnern einstimmig beschlossen.

01.04.08 in Salzburg, Reed Messe – All Mountain:

Die Vollversammlung diente der Vorstellung der Auswertungsmethodik sowie der Vorstellung der ersten Auswertungsergebnisse in allen vier Auswertungsbereichen.
Die ersten Ergebnisse wurden mit den Projektpartnern diskutiert und die Anmerkungen der Projektpartner für die weitere Datenauswertung im Besprechungsprotokoll aufgenommen.
Grundsätzlich wurde die zugrunde liegende Auswertungsmethodik für gut befunden und weiteren Auswertungen zugestimmt.

31.03.09 in Salzburg, Reed Messe – All Mountain:

Das Thema der Versammlung war die Vorstellung des Konzeptes der „Leitlinien für Planung und Errichtung sowie Betrieb und Wartung von Ver- und Entsorgungsanlagen bei Berg- und Schutzhütten“.
Von der Projektleitung wurde den Projektpartnern der Vorschlag unterbreitet, dass zur Stärkung der Aussagekraft alle Projektpartner gemeinsam als Herausgeber der Leitlinien auftreten könnten. Das gemeinsame Auftreten würde das Einverständnis aller Projektpartner mit dem Inhalt der Leitlinien unterstreichen. Der Vorschlag wurde von den Projektpartnern grundsätzlich positiv aufgenommen.
Das Konzept wurde von den Projektpartnern angenommen. Des Weiteren wurde der Ausarbeitung der Leitlinien unter der Berücksichtigung der eingebrachten Anmerkungen zugestimmt.

16.09.10 am Purtschellerhaus, Berchtesgadener Alpen

Das Purtschellerhaus liegt direkt auf der Grenze Salzburg – Bayern und stellte somit den idealen Rahmen zum Abschluss des internationalen Projekts IEVEBS dar. Im Zuge der Vollversammlung wurden der Endbericht und die Leitlinien vorgestellt und von den Projektpartnern in dieser Form angenommen. Es wird über die weiteren Verbreitung der Projektergebnisse (z.B. Veröffentlichung der Leitlinien in Buchform, Seminare und Informationsveranstaltungen) beraten.
Zweiter Teil der Veranstaltung war eine Pressekonferenz mit Vertretern von Politik und Presse und ein feierlicher Abschluss des Projekts.

10.1.2 Treffen der Projektpartnervertretung

Mitglieder der Projektpartnervertretung:

- DI Peter Weber (DAV)
- DI Peter Kapelari (ÖAV)
- DI Harald Haider (Land Tirol)
- Ing. Winfried Kunrath (Land Salzburg)
- DI Martin Fröhlich (i.R.) und Georg Schwimmbeck (Bayern)

Prinzipiell wurden zu den Treffen im Rahmen der Projektpartnervertretung auch alle weiteren Projektpartner, bei Interesse eingeladen. Daher waren an einigen Besprechungen mehr als die oben genannten Projektpartnervertreter beteiligt.

05.07.06 Treffen in München, Bundesgeschäftsstelle DAV

Besprechung zur weiteren Projektrealisierung nach der Eröffnungskonferenz in Salzburg vom 27.04.06
Von den Projektpartnervertretern wurden erste Berichte bezüglich der vorgestellten Projektidee abgegeben.
Der Stand der Gesamtfinanzierung und des Förderansuchens bei der DBU wurde vom Büro Steinbacher kurz geschildert.
Außerdem wurde der Stand der wissenschaftlichen Begleitung durch die Universität für Bodenkultur Wien und jener des Projektantrages beim Lebensministerium dargestellt.
Es wurden die ersten Überlegungen zur Festlegung der maßgeblichen örtlichen Rahmenbedingungen angestellt und die weiteren Schritte zur Projektrealisierung besprochen.

04.10.06 Treffen in Salzburg, ÖAV Sektion Salzburg:

Sitzung zur Besprechung der weiteren Projektrealisierung im Anschluss an die Sitzung vom 05.07.2006 in München.
Besprochen wurden unter anderem der Projektstand und der Stand der Finanzierung. Außerdem wurde über den Projektumfang beraten. Das zunächst auf die Kläranlagen auf Berg- und Schutzhütten beschränkte Projekt sollte nun auf alle vier Ver- und Entsorgungsbereiche erweitert werden. Daher wurde nun über die Aufnahme der Bereiche Energieversorgung, Wasserversorgung und Abfallentsorgung beraten.
In dem folgenden Diskussionsprozess ist man übereingekommen, dass grundsätzlich jeder der 4 Bereiche im Projekt den gleichen Stellenwert haben soll.
Des Weiteren wurden die eingegangenen Erhebungswünsche der Projektpartner besprochen und ein Bericht von Seiten des Büro Steinbacher über die Erfahrungen bei den durchgeführten Probeerhebungen abgegeben.

08.03.07 Treffen in Salzburg, Quo Vadis - Marmorsaal:

Vorstellung der durch das Büro Steinbacher in Zusammenarbeit mit der Universität für Bodenkultur Wien erstellten Hüttenauswahl.
Die Hüttenauswahl wurde mit den Projektpartnervertretern diskutiert. Außerdem wurde über die im Projekt anzuwendenden „Datenschutzrichtlinien“ diskutiert.
Es wurde festgelegt, dass die Hüttendaten für die Veröffentlichung anonymisiert werden sollen. Die betroffenen Landesregierungen sowie die Sektionen und Vereine jedoch die Orginaldaten mit Detailinformationen über Ihre Hütten erhalten sollen.

15.05.07 Treffen in Salzburg, Quo Vadis - Marmorsaal:

Vorstellung des Konzeptes des Erhebungsbogens.
Der vorgestellte Erhebungsbogen wurde mit den Projektpartnervertretern diskutiert und letzte Änderungswünsche eingebracht.
Als Ergebnis der Sitzung wurde der Erhebungsbogen von den Projektpartnervertretern für die Erhebungen freigegeben.

31.01.08 Treffen in München – Praterinsel Haus des DAV

Vorstellung des Konzeptes zur Datenauswertung in den vier Auswertungsbereichen.
Die Konzepte wurden mit den Projektpartnervertretern diskutiert. Das Konzept der Datenauswertung wurde von den Projektpartnervertretern für gut befunden und beschlossen, dass die Datenauswertung unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Diskussion fortgesetzt werden soll. Vom Büro Steinbacher+Steinbacher ZT KG wurde zudem die für die Kostenrechnung angewandte Barwertmethode detailliert vorgestellt. Außerdem wurde darüber diskutiert, ob im Sommer 2008 noch zusätzliche Messungen im Bereich der Energieversorgungsanlagen durchgeführt werden sollen.

14.10.08 Treffen in Salzburg, Quo Vadis - Marmorsaal:

Vorstellung der Ergebnisse der kennzahlenorientierten Datenauswertungen in den vier Auswertungsbereichen durch das Büro Steinbacher und Vorstellung der

problembasierten (integralen) Datenauswertung durch die Universität für Bodenkultur Wien.
Die vorgestellten Datenauswertungen wurden mit den Projektpartnervertretern besprochen und allfällige Anmerkungen eingebracht.

10.12.08 Treffen in München, Praterinsel Haus des DAV

Vorstellung des Konzeptes der „Leitlinien für Planung und Errichtung sowie Betrieb und Wartung von Ver- und Entsorgungssystemen bei Berg- und Schutzhütten".
Das Konzept wurde mit den Projektpartnervertretern besprochen und allfällige Anmerkungen von den Projektpartnervertretern eingebracht. Grundsätzlich wurde das Konzept für gut befunden und der weiteren Ausarbeitung zugestimmt.
Von Seiten der DBU wurde die Möglichkeit einer Veröffentlichung der Leitlinien in Form eines Buches vorgeschlagen. Des Weiteren wurde die Vorstellung des Projektes im Rahmen des Schutzhüttenseminares in Benediktbeuern 2009 besprochen.

26.11.09 Treffen in Innsbruck, Geschäftsstelle des ÖAV

Vor diesem Treffen wurden vom Büro Steinbacher die Leitlinien ausgesandt, sodass sich die Projektpartnervertreter einlesen konnten und eine detaillierte Besprechung der Leitlinien möglich war. Es wurden zahlreiche Anmerkungen und Änderungswünsche eingebracht und diskutiert. Das Büro Steinbacher wurde beauftragt, innerhalb eines Monats die vereinbarten Änderungen umzusetzen und die Leitlinen digital auszusenden, um den Projektpartnern Gelegenheit zur Stellungnahme zu geben.
Weiters wurde die weitere Vorgangsweise bei der Wissensverbreitung besprochen.

13.01.10 Treffen in Salzburg, Amt der Salzburger Landesregierung

Im Zuge dieses Treffens wurden schriftliche Anmerkungen der DBU (Dr. Wulf Grimm) zur vorliegenden Version der Leitlinien diskutiert und versucht, die Vorschläge einzuarbeiten.
Zudem wurde das bevorstehende Internationale Fachseminar am ZUK Benediktbeuern und die dortige Vorstellung des Projekts IEVEBS besprochen.

18.02.10 Treffen am Zentrum für Umwelt und Kultur Benediktbeuern am Rande des Fachseminars „Umweltgerechte Konzepte für Berg- und Schutzhütten“

Beim 10. Internationalen Fachseminar „Umweltgerechte Konzepte für Berg- und Schutzhütten“ wurde das Projekt IEVEBS vorgestellt. Am Rande des Fachseminars fand ein Treffen der Projektpartnervertreter statt. Zuerst bekamen alle Projektpartnervertreter die Gelegenheit, zum bisherigen Verlauf, dem derzeitigen Stand des Projekts und ihren Vorstellungen hinsichtlich der weiteren Entwicklung Stellung zu nehmen. Es konnten so Irritationen der letzten Wochen ausgeräumt wurden und neuer Schwung für die Fertigstellung der Arbeit mitgenommen werden. Ein wesentliches Ergebnis der Besprechung war die Bitte an die Alpinen Vereine ihre Zielvorstellungen präzise zu formulieren. Weiters wurden viele wertvolle Anregungen hinsichtlich der Weiterentwicklung der Leitlinien eingebracht.

09.03.10 Treffen in Salzburg, Stadtbüro Steinbacher, Mertensstrasse

Thema gegenständlicher Besprechung war die Fertigstellung des Endberichtes. Dazu wurden die schriftlich eingegangen Anregungen besprochen. Weiters wurde der Endbericht anhand des Fördervertrags durchgesehen und somit gewährleistet, dass alle Punkte des Fördervertrags erfüllt sind. Es wurden in der Diskussion mit den Projektpartnervertretern noch einige Punkte vereinbart, die zusätzlich auszuarbeiten (z.B. Musterhütte) bzw. noch zu überarbeiten sind.

01.07.10 Treffen der PPV in Salzburg, Amt der Salzburger Landesregierung

Im Zuge dieses Treffens wurde der Endbericht in der vorliegenden Version diskutiert und beschlossen. Die Leitlinien wurden an den Lektor Horst Höfler zur Bearbeitung weiter gegeben. Weiters wurde die Schlusskonferenz am 16.09.2010 am Purtschellerhaus vorbereitet.

23.08.10 Treffen der PPV in Matrei, Innergschlöss

Thema des Treffens waren die vorliegenden Leitlinien. Sie wurden diskutiert und beschlossen. Weiters wurde die Schlusskonferenz am 16.09.2010 am

Purtschellerhaus vorbereitet. Bei diesem feierlichen Abschlusstreffen wurde die Arbeit der Projektpartnervertretung beendet.

10.1.3 Treffen des Erheber- und Auswertungsteams

22.08.07 Treffen der Erheber in Salzburg, Restaurant Quo Vadis - Marmorsaal

Das Treffen diente zur Besprechung der Erfahrungen bei den ersten Erhebungen auf der Hütte, zur Optimierung und Vereinheitlichung der Vorgehensweise, der Besprechung von aufgetretenen Problemen sowie der Optimierung der Eintragung der Erhebungsdaten in den Erhebungsbogen. Im Rahmen der Besprechung wurde außerdem nochmals die genaue Vorgangsweise bei der Beprobung der Abwasserreinigungsanlage besprochen.

28.11.07 Treffen der Erheber und „Auswertenden" in Salzburg, Restaurant Quo Vadis - Marmorsaal

Um die Erfahrungen der Erheber in die Datenauswertung bestmöglichst übernehmen zu können wurde im Sommer 2008 ein gemeinsames Treffen der Erheber und den an der Datenauswertung beteiligten Personen abgehalten.
Außerdem wurde die Erstellung der „zusammenfassenden Hüttenbeurteilung" mit den Erhebern besprochen. Darin sollte für jede Hütte eine zusammenfassende Beurteilung in den vier Ver- und Entsorgungsbereichen sowie eine Beurteilung zur integralen Betrachtung erfolgen.
Weiters wurde die Vorgangsweise zur Datenauswertung und Definition der Bewertungskriterien besprochen und bereits die ersten Ergebnisse aus der Datenauswertung diskutiert.

23.07.08 in Salzburg, Stadtbüro Steinbacher – Mertensstraße

Diskussion der Vorschläge zur Datengruppierung und Ergebnisstrukturierung von Büro Steinbacher und der Universität für Bodenkultur Wien sowie Detailbesprechung im Bereich Energieversorgungsanlagen zur Durchführung von zusätzlichen Energiemessungen. Besprechung der beiden Herangehensweisen zur

Datenauswertung. Vorstellung der problembasierten (integralen) Datenauswertung durch die Universität für Bodenkultur Wien und Vorstellung der kennzahlenorientierten Datenauswertung durch das Büro Steinbacher+Steinbacher ZT KG. Es wird einstimmig beschlossen, das beide Ansätze zur Datenauswertung zur Erreichung des Projektziels notwendig und zielführend sind und entsprechend durchgeführt werden.

Ebenso wurde die Durchführung der zusätzlichen Strommessungen beschlossen, sowie das durchzuführende Messprogramm, die Hüttenauswahl und der Messzeitraum festgelegt.

10.2 Weiterführende Grundlagen und Literatur

Nachstehend werden einschlägige technische und rechtliche Richtlinien und Empfehlungen für die Bereiche der Ver- und Entsorgungsanlagen exemplarisch aufgeführt. Dies stellt keinesfalls eine vollständige Auflistung aller relevanten Dokumentationen dar. Aufgrund des räumlichen Schwerpunkts der erhobenen Hütten auf Österreich sind auch vorwiegend österreichische Richtlinien aufgeführt.

10.2.1 Allgemein

P. Kapelari, Österreichischer Alpenverein, Deutscher Alpenverein (Hrsg.): VADEMECUM Betriebsanlagenrecht für Schutzhütten in Extremlage, Innsbruck 2008

Verena Menz, „Umwelttechnik für alpine Berg- und Schutzhütten“, Bergverlag Rother, Ottobrunn, 1. Auflage 2008, ISBN 978-3-7633-8037-4

10.2.2 Energieversorgung

- S. Senft, Analyse der Energiebedarfsdaten von Alpenvereinshütten, Diplomarbeit FH Ulm und Fraunhofer ISE, Freiburg 1998
- J. Schmid, M. Landau, Standardisierungskonzept für Photovoltaikanlagen, ISET, Kassel 1999
- Club Alpino Italiano, H. Leitner, SMA Italia, Green Research & Design, CAI Energia 2000 – Energieversorgung für Alpenhütten, Mailand 2000
- G. Bopp, K. Kiefer, D. Sauer, Planungsleitfaden für Energiekonzepte von Berghütten, ISE, Freiburg 2002
- S. Bauer, Energieversorgung auf Hochgebirgshütten – Optimierung, Dimensionierung und Wartung der Speicherbatterien, Diplomarbeit, Universität Augsburg, 2006
- Schriftenreihe Internationales Fachseminar: Umweltgerechte Ver- und Entsorgung für Berg- und Schutzhütten, Benediktbeuern, 2002 - 2009
- H. Häberlin, Photovoltaik, Strom aus Sonnenlicht für Verbundnetz und Inselanlagen, AZ Fachverlage AG, Aarau 2007

- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Biokraftstoffe Basisdaten Deutschland, Gülzow 2008
- U. Fritsche, Endenergiebezogene Gesamtemissionen für Treibhausgase aus fossilen Energieträgern unter Einbeziehung der Bereitstellungsvorketten, Öko-Institut, Darmstadt 2007
- H. Deubler, 11 Jahre PV-Hybridsystem zur netzfernen Energieversorgung der Starkenburger Hütte – Vom Pilotprojekt zum Vorbild für Alpenhütten, Masterarbeit Universität Kassel und ISET, Berchtesgaden 2008

10.2.3 Wasserversorgung

- ÖNORM B 2539 – Technische Überwachung von Trinkwasserversorgungsanlagen
- DVGW Arbeitsblatt W 127 – Quellwassergewinnungsanlagen – Planung, Bau, Betrieb, Sanierung und Rückbau
- ÖVGW Regelblatt W 85 – Betriebs- und Wartungshandbuch für Wasserversorgungsunternehmen
- Herb Stefan, Trinkwasserversorgung auf Berghütten, in GWF Wasser Abwaser 145 (2004) Nr. 2, Seite 112-117, 2004

10.2.4 Abwasserentsorgung

- Deutsche Bundesstiftung Umwelt: Tagungsbände, Umweltgerechte Ver- und Entsorgungskonzepte für Berg- und Schutzhütten (2001 - 2009)
- Österreichischer Alpenverein (ÖAV), Deutscher Alpenverein (DAV): Vademecum – Betriebsanlagenrecht für Schutzhütten in Extremlage, Innsbruck 2008, unter Mitarbeit von VAVÖ, Naturfreunde Österreich und Österreichischer Touristenklub
- Günthert, F. W.: Empfehlungen für die Reststoffentsorgung auf Berghütten, Universität der Bundeswehr in München, Universität Innsbruck, Deutscher Alpenverein, Grammer Solar, Dezember 2008
- Deutscher Alpenverein (DAV), Österreichischer Alpenverein (ÖAV): Abwassermessung bestehender Abwasserreinigungsanlagen von Schutzhütten in Österreich, Innsbruck 1990

- ÖNORM EN 1825, Abscheideranlagen für Fette Teil 1 und Teil 2, Europäisches Komitee für Normung, September 2004
- ÖWAV-Regelblatt 1, Abwasserentsorgung im Gebirge, 3. Auflage, Wien 2000
- Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung VIh - Wasserwirtschaft: Alpinobjekte – Trinkwasserversorgung, Abwasserentsorgung, Tirol, März 2004
- Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Wasserwirtschaft: Ratgeber Abwasserentsorgung in Streulage, August 2004
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft: Abwasserentsorgung von Einzelobjekten in Alpiner Lage, Wien, November 1995
- ÖNORM B2502-2; Kläranlagen – Kleine Kläranlagen für 51 bis 500 Einwohnerwerte – Anwendung, Bemessung, Bau und Betrieb
- Fröhlich, M.: „Abwasserreinigung im Gebirge – Beispiel Tutzinger Hütte", in: OeAV (Hrsg.): „Symposium 'Gewässerschutz im Gebirge – Abwasserreinigung von Objekten in alpiner Streulage'", Innsbruck 1995
- Haas, P.: „Gesetzliche Vorgaben und Perspektiven des Gewässerschutzes in den Schweizer Alpen"; in: OeAV (Hrsg.): „Symposium 'Gewässerschutz im Gebirge – Abwasserreinigung von Objekten in alpiner Streulage'", Innsbruck 1995
- Grauss, P.: „Positionen von CIPRA und CAA. Beobachterorganisationen beziehen Stellung. Statement des CAA in Bled"; In „Die Alpenkonvention", Alpenkonferenz

10.2.5 Abfallentsorgung

- Arnold Thomas, Berninger Burkhard: Abfallwirtschaft auf Alpenhütten des Deutschen Alpenvereins. Wasser und Abfall 11, 2004, S. 20-23
- BMLFUW VII/4 (2006): Gesetzliche Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für Einzelobjekte in Extremlage. 3. Abwasseremissionsverordnung für Kommunales Abwasser (3. AEVkA BGBl. II Nr. 249/2006) Technische Erläuterungen, Juli 2006 http://www.alpenverein.or.at/portal/Huetten/Sektionsinfos/Richtlinien/Technische_Erlaeuterungen.pdf
- Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend (2007): Leitlinie für eine gute Hygienepraxis in Schutzhütten in Extremlage (einfache

Bergsteigerunterkünfte im Gebirge). Veröffentlicht mit Erlass: BMGF-75220/0040-IV/B/7/2007 vom 6.12.2007

- Grinzinger U. (1999) Die umweltgerechte Schutzhütte. Verband alpiner Vereine Österreichs (VAVÖ), 1. Aufl., Wien
- Wirtschaftskammern Österreichs (2003): Erstellung eines Abfallwirtschaftskonzeptes. Ein Leitfaden unter Berücksichtigung des Abfallwirtschaftsgesetzes 2002, 2. Auflage Jänner 2003. http://wko.at/ooe/Rechtsservice/Umweltrecht/Extranet_Abfall/Downloads/KC_AWK_01_03.pdf

10.3 Glossar

AC: Alternate current oder Wechselstrom

aerob: Aerob bedeutet unter Vorhandensein von Sauerstoff. Bei aeroben Prozessen ist also immer Sauerstoff vorhanden (z.B. Kompostierung). Aerobe Mikroorganismen benötigen Sauerstoff zum Überleben.

anaerob: Ein anaerober Prozess läuft unter Ausschluss von Sauerstoff ab (z.B. Faulung). Anaerobe Mikroorganismen benötigen keinen Sauerstoff zum Überleben.

DC: Direct Current oder Gleichstrom.

Elektrische Leistung: Die elektrische Leistung gibt an, wie viel elektrische Energie in einer Sekunde zum Verrichten von mechanischer Arbeit, zum Abgeben von Wärme oder zur Abstrahlung von Licht genutzt wird. Einheit: W (Watt).

EW_{60}-Wert: Der EW_{60}-Wert stammt zwar aus dem Bereich der Abwasserentsorgung (vgl. Einwohnergleichwert), wird aber in dem vorliegenden Werk als Maß für die Größe und Besucherfrequenz einer Hütte in allen vier Ver- und Entsorgungsbereichen verwendet. Wenn zur Auswertung der Daten Gruppierungen nach Hüttengröße nötig waren, so wurde der EW_{60}-Wert herangezogen. Er wird aus der Anzahl der Gäste berechnet, wobei eine Person, die sich einen ganzen Tag auf einer Schutzhütte aufhält, einem EW_{60} entspricht. Ein Tagesgast entspricht im Mittel circa einem Drittel EW_{60}. Bei den 100 Hütten wurden sowohl die EW_{60}-Werte als auch die Gästezahlen erhoben, sodass eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt werden konnte. Die Definition im ÖWAV-Regelblatt 1 „Abwasserentsorgung im Gebirge", lautet folgendermaßen: Mit dem EW_{60}-Wert wird die Tagesfracht an organischen Schmutzstoffen, die in die Abwasserreinigungsanlage gelangt, ausgedrückt. Er wird aus der Anzahl der Gäste berechnet, wobei eine Person, die sich einen ganzen Tag auf einer Schutzhütte aufhält, einem EW_{60} entspricht. Pro EW_{60} kann mit einer Verschmutzung von 60g BSB_5, 120g CSB und 12g N gerechnet werden.

Feststoffe: Unter Feststoffen versteht man die mit dem Abwasser mittransportierten, nicht gelösten Schmutzstoffe. Je nach spezifischem Gewicht unterscheidet man Sink-, Schwimm- und Schwebstoffe. Außer in Ausnahmefällen (Feststoffzerkleinerung vor Einleitung in die Biologie) müssen die Feststoffe durch ein

Vorreinigungssystem vor der Beschickung der biologischen Stufe abgetrennt werden.

Grobstoffe: Grobe Feststoffe, größere Fraktion der Feststoffe

Hybride Stromversorgungsanlage: In einer hybriden Stromversorgungsanlage wird der Strom durch verschiedene Stromerzeuger unter Verwendung verschiedener Energieträger bereit gestellt.

Inselanlage: Inselanlagen oder Off-grid-Systeme sind festinstallierte Anlagen, Geräte oder lokale Netze zur Stromversorgung, die ohne Anschluss an ein landesweites öffentliches Stromnetz realisiert werden. Sie werden dort eingesetzt, wo der Anschluss an das Stromnetz nicht möglich oder nicht wirtschaftlich ist. Ihr Betrieb wird Inselbetrieb genannt.

Klärschlamm: Aus dem Abwasser entfernte feste, pastöse oder schlammförmige Stoffe.

Kompostierung: Unter Kompostierung oder Rotte versteht man die Zersetzung organischen Materials durch Kleinlebewesen unter Zufuhr von Sauerstoff (aerob ablaufender Vorgang).

Monovalente Stromversorgungsanlage: In einem monovalenten Stromversorgungssystem deckt ausschließlich ein Stromerzeuger mit einem Energieträger den gesamten Strombedarf der Hütte.

Mineralisierung: Mineralisierung ist der Abbau organischer Verbindungen vorwiegend durch Mikroorganismen zu anorganischen Stoffen (Wasser, Kohlendioxid, Salze etc).

Nassschlamm: Dabei handelt es sich um Klärschlamm mit einem sehr hohen Wassergehalt (im Bereich von 95-99%). Er fällt in den Absetzanlagen und bei den meisten Hauptreinigungssystemen an. Nassschlamm ist fließfähig und kann gepumpt werden.

pH-Wert: Der pH-Wert ist das Maß für die Stärke einer Säure oder Base (Lauge). Die Skala reicht von pH 0 (sauer) bis pH 14 (basisch). Ein pH-Wert von 7 ist neutral. Im neutralen Bereich soll auch der pH-Wert von Trinkwasser liegen. Der pH-Wert ist als der negative dekadische Logarithmus der Oxoniumionenkonzentration einer wässrigen Lösung definiert.

Primärschlamm: Als Primärschlamm wird der in der Vorreinigung anfallende Klärschlamm bezeichnet.

Problemstoffe: Gefährliche Abfälle, die besondere Sorgfalt bei der Sammlung und Behandlung erfordern (vgl. AWG 2002).

Sekundärschlamm: Als Sekundärschlamm wird der im Bereich der Hauptreinigung anfallende Klärschlamm bezeichnet.

Solare Deckungsrate: Die solare Deckungsrate D_S beschreibt das Verhältnis aus der vom PV-Generator gelieferten elektrischen Energie und der durch das gesamte Energieversorgungssystem gewandelten elektrischen Energie einer Inselanlage.

Thermische Solaranlage: Thermische Solaranlagen können für die Erwärmung von Trinkwasser (Duschwasser) sowie zur Wärmegewinnung für Raumheizung eingesetzt werden. Dabei wird eine speziell beschichtete Absorberoberfläche innerhalb eines sog. thermischen 'Kollektors' (=Sammler) durch die Sonnenstrahlung erhitzt. Durch die Rohre des Absorbers strömt eine Flüssigkeit, seltener auch ein Gas (z.B. Luft), das diese Wärme aufnimmt (Wärmetransportmedium). Mittels einer Pumpe oder eines Ventilators – manchmal auch nur durch den Auftrieb der Erwärmung – wird dieses Medium zu einem Speicher geleitet, dort abgekühlt und wieder zum Eingang des Absorbers geführt (Kreislauf).

Trockenschlamm: Dabei handelt es sich um Klärschlamm, der nicht fließfähig ist und daher nicht gepumpt werden kann. Er fällt in Trockentoiletten, Feststoffpressen und Filtersackanlagen an. Der Wassergehalt liegt im Bereich von 60-80%.

11 Impressum

Erscheinungsort, Datum:

Thalgau, Juli, 2010

Internetadresse:

www.ievebs.eu

Herausgeber:

Alle Projektpartner.

Zitate:

Inhalte aus gegenständlichem Werk bitte zitieren als:

Endbericht – Projekt „Integrale Evaluierung der Ver- und Entsorgungsanlagen bei Berg- und Schutzhütten“ (IEVEBS)

Autoren:

Steinbacher + Steinbacher ZT KG

Breitwies 16, A-5303 Thalgau

T: +43/(0)6235/5470-0; F: +43/(0)6235/5471, E: steinbacher@salzburg.co.at

DI Gottfried Steinbacher

DI (FH) Thomas Niederberger

DI Johannes Hubmann

Freiberuflicher Planungsingenieur für regenerative Energien

– Bearbeitung Auswertungsbereich Energieversorgung –

MSc Hubert Deubler

Alpenstraße 60, D-83487 Marktschellenberg, T: +49/(0)8650/984734, F: +49/(0)8650/984266, E: hdeubler@aol.com

Wissenschaftliche Begleitung durch die Universität für Bodenkultur Wien:

Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz (BOKU-SIG)

Muthgasse 18, A-1190 Wien

T: +43/(0)1/360 06-0: F: +43/(0)1/368 99 49, E: sig-office@boku.ac.at

DI Dr. Norbert Weissenbacher

DI Ernest Mayr

Institut für Verfahrens- und Energietechnik (BOKU-IVET)

Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien

+43/(0)1/476 54-0, F: +43/(0)1/476 54-3529, E: christian.aschauer@boku.ac.at

DI Christian Aschauer

Institut für Abfallwirtschaft (ABF-BOKU)

Muthgasse 107, A-1190 Wien

T: +43/(0)1/318 99 00, F: +43/(0)1/318 990 035 0, E: abf@boku.ac.at

DI Dr. Sandra Lebersorger